GORTANIA

Geologia
Paleontologia
Paletnologia

38 UDINE 2016

GORTANIA

GEOLOGIA
PALEONTOLOGIA
PALETNOLOGIA

VOL. 38 - 2016

EDIZIONI DEL MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE

UDINE

Giampietro Braga
(Cesena 26.02.1932 - Padova 02.06.2016)

Giampietro Braga si è laureato in Scienze Geologiche a Padova nel 1957 e, assolti gli obblighi militari, dall'anno 1959 iniziò la sua attività di insegnamento presso l'allora Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Padova. Fu prima assistente alla cattedra di Paleontologia e poi docente di Rilevamento Geologico, dal 1968 al 1994, e di Geologia Regionale dal 1995 al 2000. Il suo studio, a Palazzo Cavalli, fu spesso un punto di incontro e di formazione per i giovani ricercatori, ruolo che continuò a svolgere, terminata l'attività didattica, anche nella veste di direttore delle "Memorie di Scienze Geologiche".

La sua attività di ricerca iniziò con la cartografia geologica, come era normale prassi per chi operava, nel secolo scorso, all'Istituto di Geologia di Padova. Rilevò in un ampio spettro di situazioni: dall'Astigiano al Friuli, dalla Pianura Padana alle Alpi Carniche. del Foglio "Monte Cavallino - Ampezzo" della Carta Geologica d'Italia con le relative Note Illustrative (1971), nonché, precedentemente, della carta geologica dell'Alto Tagliamento (1969). In quest'ultimo articolo fu descritto il "Calcare di Caprizzi" da cui provenivano gli ittioliti da lui studiati già nel 1966: fu la prima segnalazione della famosa fauna norica della Dolomia di Forni. [1966: Resti di pesci nei calcari dolomitici bituminosi del Trias superiore a Sud di Ampezzo Carnico (Alto Tagliamento)].

L'area scientifica dove ha portato il suo maggior contributo fu quella dello studio dei Briozoi terziari ed il loro significato paleoambientale. La prima pubblicazione risale al 1963 e da allora è stato un crescendo di interesse sia nelle ricerche personali sia nel favorire ed incoraggiare quelle dei giovani briozoologi. La morte l'ha colto impegnato ancora in questi studi. Nel suo tavolo da lavoro accanto al microscopio c'erano i vetrini con la fauna che stava esaminando, l'immancabile raccoglitore con le foto e i dati dei Briozoi terziari e poco discoste le scatole con i campioni di riferimento delle varie specie. Giampietro Braga ha descritto associazioni a Briozoi di numerose località terziarie italiane, europee

ed extraeuropee, ma curiosamente si è occupato poco o nulla dei Briozoi del Friuli, qualche tesi di Laurea e poche ricerche sporadiche. Fra queste l'esame dei Briozoi eocenici di Russiz, che avevamo iniziato insieme e non è ancora terminato.

Giampietro Braga fu, nel 1965, fra i fondatori dell'IBA, International Bryozoology Association, e nel 1968, con Enrico Annoscia, organizzò il primo congresso internazionale dell'IBA a Milano. Da allora in poi partecipò sempre attivamente ai convegni ed alla crescita di questa associazione scientifica e negli ultimi tempi si sentiva un po' la memoria storica dell'IBA.

La consapevolezza che la ricerca scientifica senza storia e senza condivisione delle scoperte resta sterile lo ha portato, già negli anni Settanta, ad interessarsi alla Bibliografia Geologica. Al suo impegno si deve la stampa del volume XVI della Bibliografia Geologica d'Italia: Venezia Euganea e fu fra gli autori del volume XVIII: Trentino Alto Adige (1983). Da allora aggiornò sempre le Bibliografie geologiche del Veneto, Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia e quelle sugli studi dei Briozoi. Gli ultimi aggiornamenti sono dell'aprile del 2016, poco più di un mese prima della morte.

Questo era Giampietro Braga, Piero per gli amici, capace di affrontare in modo lieve, senza drammatizzare le situazioni più difficili, le ricerche più impegnative, mai geloso del proprio lavoro, ma sempre disponibile a condividerlo con gli altri. Importante per lui era soprattutto l'evoluzione di una ricerca, meno il riconoscimento dei propri meriti.

Fabrizio Bizzarini

Appendice: memorie friulane

Nel febbraio del 2016, Giampietro Braga scrive al direttore del Museo Friulano di Storia Naturale di Udine una mail per ringraziare dell'invio di un libro "*...Le rocce raccontano. Sono rimasto tutta la mattina a sfogliarlo pagina per pagina, ammirato per la sua completezza e utilità didattica. Complimenti vivissimi. Spero che le scuole di Udine lo adottino per il corso di Scienze. Devo dirti che nel guardarlo mi sono anche emozionato perché almeno una quindicina di anni della mia lunga carriera di geologo l'ho passata con più o meno lunghe permanenza in varie zone della vostra bella regione.*

A tempo perso sto curando le mie memorie, dall'infanzia ai giorni nostri (me l'ha suggerito mia figlia Valentina) e ho riassunto uno stralcio sul capitolo riguardante la mia attività universitaria, in particolare in Friuli, e te la mando se trovi il tempo di leggerlo".

Ecco le sue "memorie friulane" nelle quali, fra l'altro, sottace l'importanza dei suoi studi e, soprattutto, del fatto di essere stato il primo a ritrovare fossili nella Dolomia di Forni: a lui si deve, infatti, la scoperta di uno dei più importanti giacimenti al mondo di vertebrati fossili.

"Geologicamente, i miei contatti con il Friuli Venezia Giulia sono iniziati con la Tesina di rilevamento geologico del 3° anno per la laurea in Scienze geologiche, assegnatami nella zona di Claut-Cimolais. Ci andai negli anni 1953-54, restando ogni volta per una quindicina di giorni, ospite di una colonia di ragazzini, tenuta da un sacerdote che frequentava l'Istituto di Geologia e che poi si è laureato con una tesi di Micropaleontologia con il compianto dr. Francesco Ferasin, in seguito mio relatore della Tesi di laurea sui Briozoi del Terziario veneto. In quella zona ci tornai per delle ricerche sul terreno, nei dintorni di Claut ed Erto. Il giorno precedente della tragedia del Vajont mi ricordo che, tornando a tarda sera verso Longarone e passando sotto la diga, incrociai "stranamente" caprioli e volpi più numerose del solito. Poi ho chiarito il motivo; si sa che i sensori degli animali sono molto più elevati dei nostri. In un mio viaggio in Cina, mi è stato detto che in certe zone sismiche la popolazione si allerta quando i serpenti escono più numerosi dalle fessure sulle rocce.

Un bel ricordo è la permanenza a Caprizzi nel '63, dove rimasi per una quindicina di giorni ospite del custode di una piccola diga sul Tagliamento. Volevo portare a termine le ricerche sulla Tettonica dell'Alto Tagliamento, iniziate sempre dal dr. Ferasin. Avevano un cane lupo, Flic, che ogni mattina si metteva in marcia con me e mi seguiva durante tutte le escursioni, dividendo la colazione al sacco. Lì nei calcari bituminosi, che io poi chiamai Calcare di Caprizzi e che i milanesi, ignorandomi, chiamarono Dolomia di Forni, trovai due resti di pesci, uno quasi completo. Durante le escursioni mi imbattei in un laghetto, che non ricordo se avesse un nome, dove feci

un bagno ristoratore in un'acqua freddissima. Alla mia partenza ci salutammo con una lunga carezza e Flic non si mosse intuendo che lo lasciavo.

Altre campagne di ricerca furono per il rilevamento del Foglio M.te Cavallino-Ampezzo. Trovai una sistemazione in un piccolo appartamento a Forni di Sotto e ci rimasi per parecchi giorni, portando nell'occasione anche mia mamma e la vivace nipotina Anna. Mi incontrai con il povero Giulio Pisa, anche lui impegnato nel rilevamento del suddetto Foglio.

Un bel ricordo è l'escursione nella Val Montanaia, dove i compagni dell'escursione, tentarono invano di convincermi a salire sul meraviglioso campanile. Uno di essi arrivò sulla cima, anche con facilità. Un breve cenno in una sosta per una settimana nei dintorni della Val di Gere, piena di vipere. Ero con un collega che aveva poca voglia di camminare e un giorno mi disse che sarebbe rimasto nel nostro alloggio di fortuna e mi avrebbe preparato la cena. Catturai una vipera e la feci entrare in una bottiglia. Al ritorno gli dissi che avevo portato qualcosa da bere e gli diedi la bottiglia. Non accettò lo scherzo e tornò a casa seduta stante. Per qualche giorno sono stato a Peonis, il paese di Ottavio Bottecchia con relativo monumento, per ricerche sulla prosecuzione Oligo-miocenica orientale dei nostri sedimenti veneti.

Un capitolo a parte meriterebbe la "drammatica" breve permanenza, nel 1976, a Trasaghis con una trentina di studenti del mio Corso di rilevamento. Come ogni anno prevedevo una settimana, ma siamo scappati prima, per fortuna incolumi, anche se le scosse del terremoto furono devastanti nel nostro albergo, ricavato in un vecchio monastero, e nei dintorni del paese. Alcuni studenti e il mio allora collaboratore dr. Zanferrari, si prodigarono durante la notte ad Anduins e a Vito d'Asio. Riuscii a telefonare al custode … ecc. Alle prime luci partimmo con l'auto di Zanferrari per raggiungere Casarsa della Delizia (poca però) e tornare in treno a Padova. Eravamo in sei e dovetti tenere sulle ginocchia uno studente per tutto il viaggio, nell'auto piena anche di zaini e borse".

Author's address - Indirizzo dell'Autore:
- Fabrizio Bizzarini
  Cannaregio 1269/A, I-30121 VENEZIA
  e-mail: fabrizio.bizzarini@alice.it

GORTANIA
Geologia, Paleontologia, Paletnologia | 38 (2016) | 9-37 | Udine, 30.XI.2017 | ISSN: 2038-0410

Maurizio Ponton

DOLOMIE BITUMINOSE NELLA DOLOMIA PRINCIPALE: LA MINIERA DEL RIO RESARTICO (PREALPI GIULIE - ITALIA)

BITUMINOUS DOLOSTONES IN THE MAIN DOLOMITE: THE RIO RESARTICO MINE (JULIAN PRE-ALPS - NE ITALY)

Riassunto breve - La Miniera del Rio Resartico ha rappresentato un'importante risorsa del territorio friulano, dalla fine dell'Ottocento e per tutta la prima metà del Novecento. Viene qui proposto l'inquadramento geologico dell'area e vengono illustrate le caratteristiche geochimiche del giacimento, sfruttato per i livelli bituminosi presenti all'interno della Dolomia Principale. Vengono inoltre descritte la storia della miniera e delle esplorazioni condotte dopo cinquant'anni dalla sua chiusura.
Parole chiave: Dolomia Principale, Livelli bituminosi, Miniera del Rio Resartico, Prealpi Giulie, Triassico superiore.

Abstract - *The Rio Resartico Mine was an important resource for Friuli since the end of the nineteenth century and throughout the first half of the twentieth century. Geological as well as geochemical characteristics of the deposit - exploited for the bituminous levels which lie within the Dolomia Principale (Main Dolomite) - are proposed here. The history of the mine and the exploration carried on fifty years after its closing are also described.*
Key words: *Main Dolomite, Bituminous levels, Rio Resartico Mine, Julian Pre-Alps, Upper Triassic.*

1. Introduzione

Durante tutto il 1800 e fino a metà del '900 venne dato ovunque grande impulso alla ricerca di giacimenti di combustibili fossili. Era una ricerca volta allo sfruttamento di quelle risorse energetiche indispensabili al funzionamento di macchine a vapore e fonderie durante gli anni della seconda rivoluzione industriale. Si svilupparono così miniere di carbone ovunque affiorassero livelli carboniosi anche minimi: nelle regioni montane esse garantivano anche lavoro sul posto per intere vallate. Ciò è avvenuto anche nel nostro territorio: si veda l'epopea della Valle di Gorto in Carnia con le miniere di litantrace di Cludinico (Ovaro) entro livelli del Carnico (Triassico superiore) che diedero lavoro agli abitanti della vallata per più di cento anni e carbone per le industrie della pianura e per le locomotive a vapore (Dell'Oste et al. 2012; Raber 1997, 2005).

Altre miniere fornivano sul posto materiali fossili quali i bitumi ricchi di materia organica utile alla produzione di idrocarburi gassosi per illuminazione e liquidi per i primi carburanti o per la chimica. Una di queste era la Miniera del Rio Resartico in Val Resia entro livelli bituminosi intercalati nella Dolomia Principale (Norico - Triassico superiore).

Questa attività estrattiva si protrasse fino alla Seconda Guerra Mondiale, ma un rinnovato interesse verso questi giacimenti è coinciso con il culmine dello sviluppo economico legato agli idrocarburi. Così, anche se tardivamente, dagli anni '70 del secolo scorso in poi anche nelle montagne friulane si è tornati questa volta per studiare le cosiddette "rocce madri": queste rocce, con alti contenuti di sostanza organica, sono potenzialmente generatrici di idrocarburi, siano essi liquidi (petrolio) che gassosi (metano e altri gas).

Questi studi vengono spesso condotti in zone montane per poter meglio comprendere le caratteristiche e le potenzialità di tali rocce e quindi per arrivare a modellizzazioni utili per la ricerca di petrolio o gas in altre aree da quelle di origine e dove potrebbero essere migrati e concentrati nel tempo e oggi ancora intrappolati in attesa di essere estratti, come per esempio nel sottosuolo della Pianura Friulana. In montagna infatti è oggi impossibile estrarre idrocarburi in quantità economicamente utili. In passato venivano estratti per distillazione alcuni idrocarburi dalle rocce della Miniera del Rio Resartico ma in quantità che al giorno d'oggi sarebbero improponibili dal punto di vista del ritorno economico. Sui livelli bituminosi vi è stato un interesse esclusivamente conoscitivo da parte dell'industria petrolifera e in particolare dell'ENI - divisione AGIP.

La Val Resia, ubicata nel settore nord-orientale della Regione Friuli Venezia Giulia, è un'ampia valle che si sviluppa in direzione WNW-ESE fra la valle del Fiume

Fella e il confine con la Slovenia. È caratterizzata dalla presenza di due gruppi montuosi principali: all'estremo SW il gruppo del Monte Plauris e all'estremo NE il gruppo del Monte Canin, che domina imponente alla testata della valle. Il Torrente Resia raccoglie le acque di vari affluenti i principali dei quali si sviluppano in sinistra idrografica: Rio Barman, Rio Nero, Rio Resartico, Rio Serai.

La Val Resia geologicamente è caratterizzata dalla presenza di rocce dolomitiche e calcaree interessate da varie strutture tettoniche la principale delle quali è la Linea della Val Resia (Selli 1963; Frascari et al. 1981), sovrascorrimento o faglia inversa a basso angolo di importanza regionale che interessa tutto il fondo valle fino alla base del Monte Canin, dove risale fino a Sella Grubia e continua in Slovenia (cfr. Linea Val Resia-Val Coritenza in Ponton 2002a).

L'area oggetto dello studio si trova nel versante meridionale della Val Resia, in prossimità della sua confluenza con la valle del Fiume Fella, sulle pendici settentrionali dei Monti Plauris e Lavara e comprende i bacini del Rio Resartico e del Rio Serai.

La presente trattazione è la sintesi di dati in parte derivanti da precedenti lavori pubblicati e in parte raccolti dall'autore in rilevamenti sul terreno dal 1996 fino al 2002 e trattati nella relazione geologica elaborata, nell'ambito di una ricerca coordinata dal Museo Friulano di Storia Naturale, per il Ente Parco Naturale delle Prealpi Giulie (Ponton 2002c) al fine di caratterizzare il sito della Miniera per una sua valorizzazione turistica, come effettivamente avvenuto negli anni successivi. Parte dei dati sono stati poi consegnati per la redazione del Foglio Geologico 1:50.000 "Gemona del Friuli" dove sono stati integrati con nuovi dati e con quelli delle zone confinanti (Zanferrari coord. 2013; Zanferrari et al. 2013).

La relazione, corredata da una carta geologica con la relativa sezione geologica, viene qui pubblicata, con alcune revisioni e integrazioni, per gentile concessione da parte dell'Amministrazione del Parco. I dati sulla Miniera sono anche il frutto di ricerche condotte dal Circolo Speleologico e Idrologico Friulano negli anni 2002-2003.

L'area è caratterizzata dallo sviluppo circa N-S dei Rii Resartico e Serai, affluenti di sinistra idrografica del Torrente Resia; esistono anche numerosi tratti idrici con direzione WNW-ESE a indicare come la morfologia sia fortemente influenzata dall'assetto tettonico. La zona è infatti interessata da varie faglie che sono anche la causa principale della produzione di materiale detritico per fratturazione delle rocce.

Fig. 1 - Panoramica da Nord dell'area studiata con lo sbocco in Val Resia delle valli del Rio Resartico e Rio Serai. Al centro in primo piano il M. Uarchèc, sullo sfondo la cima del M. Plauris; in basso a destra le rocce cataclasate lungo la Linea della Val Resia.
- *Overview from North of the examined area within the embouchure of both Rio Resartico and Rio Serai in Val Resia. Mt. Uarchèc lies in the centre of the foreground. On the background lies the top of Mt. Plauris. At the bottom of the right side are the cataclastic rocks along the Val Resia Line.*

I corsi d'acqua incidono profonde valli entro terreni carbonatici per lo più dolomitici in massima parte di età triassica superiore

La successione dei terreni affioranti lungo gli impluvi e alla testata delle due valli presenta una discreta esposizione a partire da quelli del Triassico superiore del fondo valle fino alle unità del Giurassico inferiore delle zone più alte (Ceretti 1965; Carulli et al. 1998; Fantoni et al. 1998; Ponton 2008; Zanferrari et al. 2013).

Scopo di questo lavoro è la descrizione geologica completa dell'area attorno alla Miniera del Rio Resartico, descrizione che comprende gli aspetti geomorfologici, strutturali, stratigrafici, geochimici e minerari. Vengono qui riportati, seppure in estrema sintesi, anche i dati geochimici gentilmente forniti dall'ENI - divisione AGIP e già a suo tempo pubblicati (Fantoni et al. 1998; Scotti et al. 2002), utili al calcolo del potenziale petrolifero delle rocce bituminose che sono state analizzate.

2. Cenni geomorfologici

Le valli, ben incise, sono di origine fluviale e presentano notevoli depositi sciolti sia sotto forma di falde di detrito alla base delle pareti rocciose sia come conoidi che vanno ad alimentare i depositi alluvionali. Lungo il Rio Resartico vi sono alcuni grossi blocchi dolomitici o calcarei che possono raggiungere le dimensioni di 200-250 m^3, come ad esempio il cosiddetto "Sasso del Diavolo", sul quale si appoggia una delle briglie (q. 478).

Fig. 2 - Sullo sfondo la Linea della Val Resia lungo il Rio Putto; in basso il membro del Monticello (Dolomia Principale).
- *On the backgrond lies the Val Resia Line along Rio Putto; on the foreground lies the "membro del Monticello" (Main Dolomite).*

I corsi d'acqua principali, pur con bacini relativamente limitati, mostrano un regime idrico costante anche in periodi prolungati di assenza di precipitazioni, considerando anche la presenza degli impianti di captazione nella parte medio-alta della valle del Rio Resartico. In regime di piena essi hanno una capacità di trasporto imponente come testimoniato dal volume dei depositi alluvionali delle piene di alcuni anni fa ora in parte erosi dalle acque degli stessi rii. Per la regimazione delle piene del Rio furono in passato costruite varie briglie che sono state di recente rinforzate. L'alta capacità erosiva e di trasporto solido del Rio richiede del resto continui lavori di manutenzione sia delle briglie sia della strada che risale la valle fino alle prese d'acqua a q. 580.

Da Borgo Povici, frazione in sinistra idrografica del Torrente Resia, ubicata subito a Sud di Resiutta, si possono facilmente risalire sia il Rio Resartico che il Rio Serai e raggiungere così le testate delle due valli caratterizzate da un severo ambiente montano chiuso verso Sud da alte pareti rocciose che fanno capo per il Rio Resartico al Monte Lavara (m 1906) e per il Rio Serai al Monte Plauris (m 1958), cima principale del gruppo montuoso. Le valli sono serrate ai fianchi da lunghi costoni digradanti verso Nord: Costa Pulize-Punta Agarone; Punta Salvotis-Monte Uarchèc; Monte Arghine-Monte Spiz (Fig. 1).

3. Tettonica

Dal punto di vista strutturale questa porzione delle Prealpi Giulie è caratterizzata da alcune strutture tettoniche di importanza regionale, da una fitta rete di faglie trascorrenti e dalla conseguente intensa fratturazione che va a costituire delle vere e proprie fasce cataclastiche specie in vicinanza di faglie. Un elemento strutturale importante dell'area è la Linea della Val Resia (Frascari et al. 1981) o Linea Val Resia-Val Coritenza (Merlini et al. 2002; Ponton 2002a, 2002c, 2010, 2011; Galadini et al. 2005)[1]. È un sovrascorrimento il cui piano, ad andamento circa E-W, immerge verso S con angoli d'inclinazione compresi fra i 20° e i 40°. Esso corre lungo tutta la Val Resia essenzialmente sul fondo valle o in sinistra idrografica come presso Borgo Povici dove,

1) Nel Foglio geologico "Gemona del Friuli" (Zanferrari coord. 2013; Zanferrari et al. 2013) per questo settore viene indicata unicamente, sulla base delle geometrie della zona di faglia, degli indicatori cinematici e della tipologia delle rocce di faglia descritte nelle note illustrative, una faglia trascorrente destra (indicata come Faglia Resiutta-Ponte Avons, appartenente al sistema Idrija-Ampezzo).

Fig. 3 - Carta geologica dell'area del Rio Resartico.
- *Geological map showing Rio Resartico and the surrounding areas.*

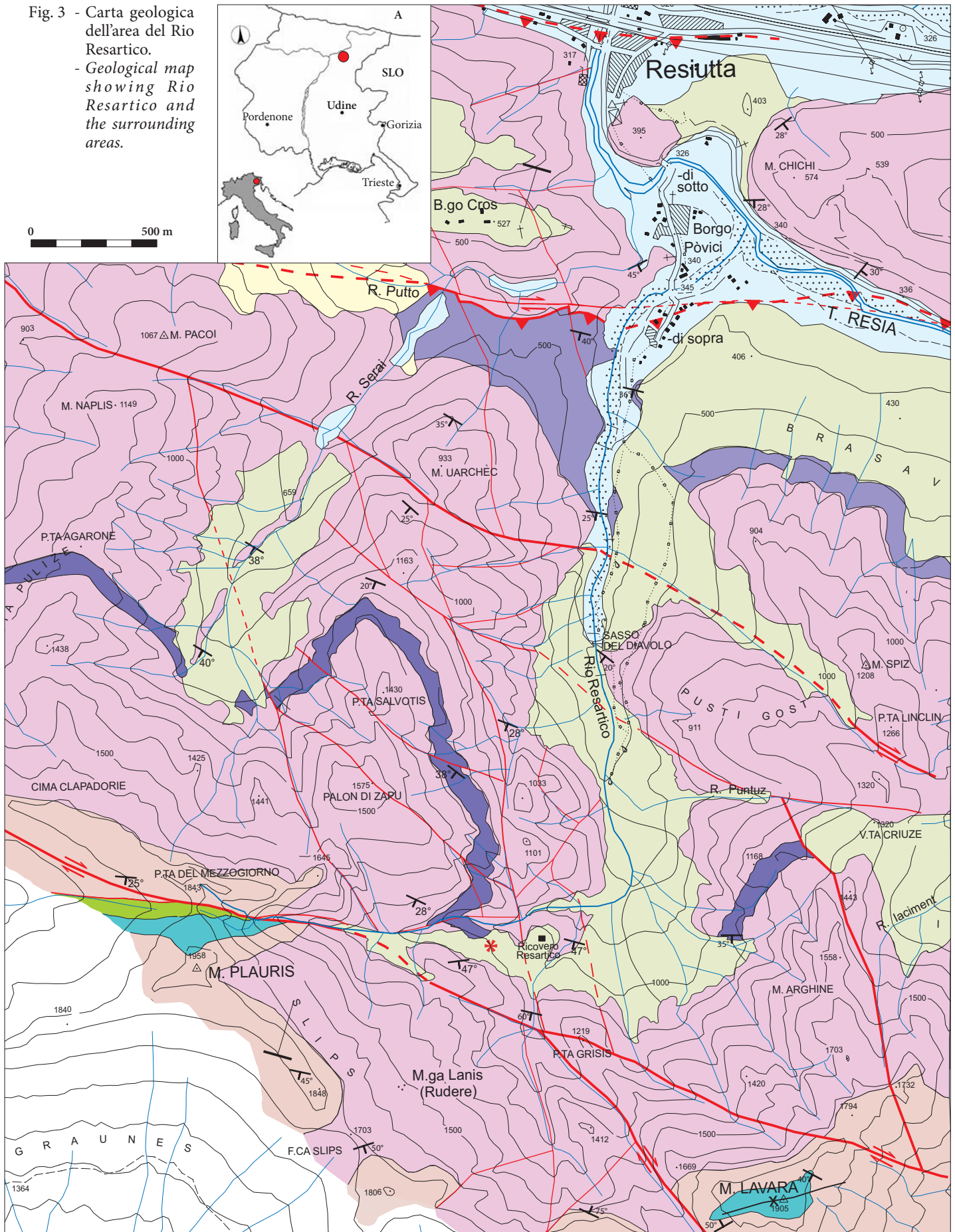
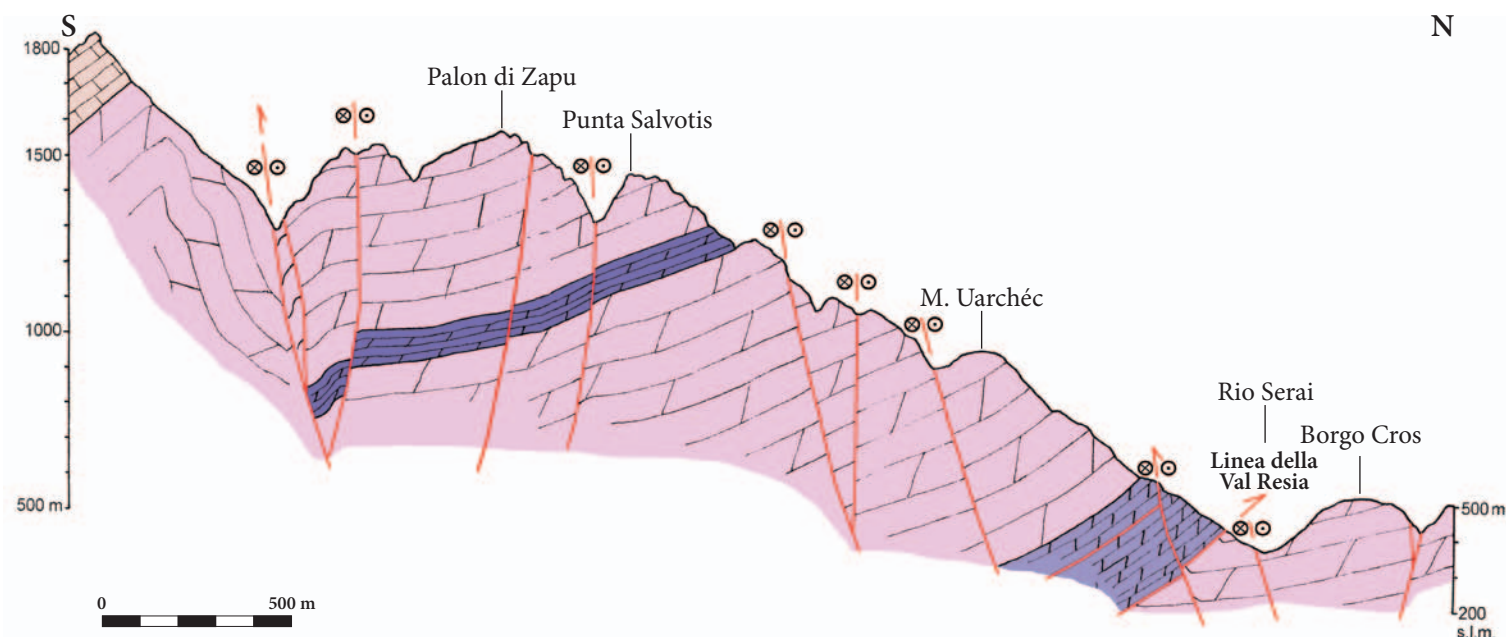



Fig. 4 - Sezione geologica del versante Nord del Monte Plauris; la legenda (sotto) vale anche per la carta geologica (Fig. 3) e le sezioni stratigrafiche (Fig. 5).
- *Geological section of the northern flank of Mt. Plauris. The legend below refers to both the geological map (Fig. 3) and the stratigraphic sections (Fig. 5).*

verso W prosegue lungo il basso Rio Serai e lungo il Rio Putto (Fig. 2). Raddoppia la successione del Triassico superiore, utilizzando come livelli di scorrimento le peliti, i gessi e le dolomie del Carnico (Formazione di Travenanzes): poco più a Est, ampie fasce di rocce di faglia intessano queste litologie, in particolare le dolomie; in zona mette a contatto il membro del Monticello al tetto della faglia, con la parte alta della Dolomia Principale al letto. Il sovrascorrimento è accompagnato da una fascia cataclastica di dolomie, potente alcune decine di metri, molto evidente e che caratterizza la zona. È il risultato del movimento lungo il piano a basso angolo di sovrascorrimento sommato all'attivazione di una fascia di taglio con movimento trascorrente destro.

In zona esistono, infatti, numerose ed evidenti faglie subverticali trascorrenti, con movimento destro e con direzioni WNW-ESE, NW-SE e NNW-SSE, altre meno frequenti con movimento sinistro e con direzione NNE-SSW. Esse interessano tutta la massa carbonatica e morfologicamente sono evidenziate da profondi canaloni e marcate forcelle lungo i crinali. Costituiscono un fitto reticolo che suddivide la massa rocciosa in numerosi blocchi in movimento relativo fra loro: sono faglie attivatesi nel passato e, attualmente, potenzialmente attive. L'attività sismica recente della zona è dovuta in gran parte al movimento di segmenti di strutture profonde che interessano l'area delle Prealpi Giulie.

Il sistema pervasivo di faglie trascorrenti è associato all'attività recente (dal Messiniano all'Attuale) della Faglia di Idria che dalla Valle dell'Isonzo continua nella Val Resia ritagliando le precedenti strutture tettoniche (Ponton 2010, 2015; Poli & Zanferrari 2011; Zanferrari coord. 2013; Zanferrari et al. 2013).

Nella carta geologica (Fig. 3) con annessa sezione geologica (Fig. 4) sono evidenziate le principali strutture tettoniche e il loro movimento all'interno della massa rocciosa, dedotto dal tipo di deformazioni e da alcuni indicatori cinematici, quali strie e scalini osservabili in corrispondenza delle strutture stesse.

In generale si può dire che l'area oggetto di studio è caratterizzata da un assetto monoclinale immergente verso Sud, tagliato da un fitto sistema di faglie trascorrenti destre. Il settore meridionale evidenzia un sistema di piani di faglia verticali trascorrenti e una piega anticlinale molto accentuata in corrispondenza della cresta del Monte Plauris[2], mentre il Monte Lavara presenta una doppia piega a "chevron". In questo contesto tale situazione è determinata da un importante taglio destro con componente compressiva che ha agito su un sistema a sovrascorrimenti e macropieghe preesistenti o in fase di evoluzione, legate a prevalente compressione.

4. Unità litostratigrafiche

La successione stratigrafica affiorante nell'area dei Rii Resartico e Serai è costituita in gran parte da Dolomia Principale e Calcare del Dachstein del Triassico superiore. La parte inferiore della successione (passaggio stratigrafico fra le dolomie cariate della Formazione di Travenanzes, ex Formazione di Raibl, e la Dolomia Principale), assente nella sezione del Rio Resartico per elisione tettonica lungo la Linea della Val Resia, affiora invece poco più a oriente, in corrispondenza del Rio Barman presso l'abitato di Lischiazze, ove la Linea della Val Resia intercetta termini stratigrafici più bassi (Fig. 5).

4.1 Dolomia Principale

Questa formazione è costituita da una successione dolomitica con uno spessore complessivo che in queste zoen delle Prealpi è di oltre 1900 m di piattaforma carbonatica prevalentemente peritidale ma caratterizzata anche da episodi subtidali anche prolungati di rampa carbonatica e di laguna a circolazione ristretta e anossica che verranno descritti in dettaglio più avanti.

Possiamo distinguere infatti una prima successione grigio scura con facies di ambiente subtidale di circa 300 m seguita da una peritidale potente fino a 800 m cui seguono facies prevalentemente subtidali per 70-114 m con alternanze di dolomie chiare, dolomie laminate e "scisti bituminosi" ricchissimi in materia organica, infine fino ad altri 800 m circa di dolomie in facies peritidale (Fig. 5).

2) Nel Foglio geologico "Gemona del Friuli" (Zanferrari coord. 2013; Zanferrari et al. 2013) il settore sommitale del Monte Plauris viene, sulla base delle geometrie e delle rocce di faglia, indicato come un lembo di ricoprimento.

Si profila quindi una ripartizione della formazione in più parti come in passato segnalato in altre aree delle Alpi Meridionali (Bosellini & Hardie 1988; Berra et al. 2007) e secondo lo schema proposto in Masetti et al. (2013), dove vengono distinti, al suo interno, due membri oltre alle normali sequenze peritidali.

Più di ogni altra questa formazione caratterizza litologicamente e morfologicamente il paesaggio di vaste aree delle Prealpi Friulane e delle Alpi Giulie occidentali.

In zona costituisce l'ossatura principale del gruppo Monte Plauris-Monte Lavara compresi i lunghi costoni digradanti dalle cime principali verso Nord.

4.1.1 Membro del Monticello

Prende il nome dal Monte Monticello nella vicina Val d'Aupa (Carulli et al. 1987) ed è costituito da una successione di dolomie e marne, compresa tra le dolomie cariate della Formazione di Travenanzes (Carnico) alla base e la dolomia chiara del membro peritidale della Dolomia Principale al tetto. Nel vicino Rio Barman l'unità affiora molto tettonizzata con uno spessore di circa 300 m mentre nella sezione del Rio Resartico, sopra il piano di sovrascorrimento, la stessa unità, in parte elisa per tettonica, presenta gli ultimi 117 m.

Questa unità è stata di recente incorporata nella Dolomia Principale come membro basale; precedentemente era classificata con rango di formazione come proposto da Carulli et al. (1987, 1998) che ne studiarono analiticamente le caratteristiche. Sequenze simili affiorano ovunque in regione, sia alla base della Dolomia Principale che alla base della Dolomia di Forni (Carulli et al. 1994; Carulli et al. 1997; Fantoni et al. 1998; Carulli et al. 1998, 2000; Ponton 2000a, 2000b, 2001, 2002b). Nelle Alpi e Prealpi Giulie, compresa la Val Resia, l'unità corrisponde anche a:

- Calcari marnosi dolomitici e dolomie cariate (Dolomia marnosa) p.p. di Gortani & Desio (1925);
- Calcari marnosi dolomitici grigio bruni o neri, dolomie bianche friabili, dolomie chiare cariate in Gortani & Desio (1927);
- Dolomia scura bituminosa di Ceretti (1965);
- Dolomia scura di Ceretti (1965) in carta;
- Dolomia raibliana nelle sezioni geologiche di Ceretti (1965);
- Unità Aupa di Pisa (1974);
- Unità Dogna di Jadoul & Nicora (1979).

Il membro è costituito da cicli asimmetrici tendenti ad inspessirsi verso l'alto (*thickening-upward*) potenti da 120-150 cm fino a 7-8 m (Fig. 6). Si possono descrivere due tipologie principali di cicli. Il primo tipo è costituito, dal basso verso l'alto, da: alternanze di marne e dolomicriti nere a lamine parallele dovute a decantazione di fanghi e ricche in materia organica; dolomicriti massicce scure, in strati di spessore decimetrico; dolomie stromatolitiche scure a lamine piano-parallele e/o crenulate in strati dello spessore di 20-30 cm, che rappresentano

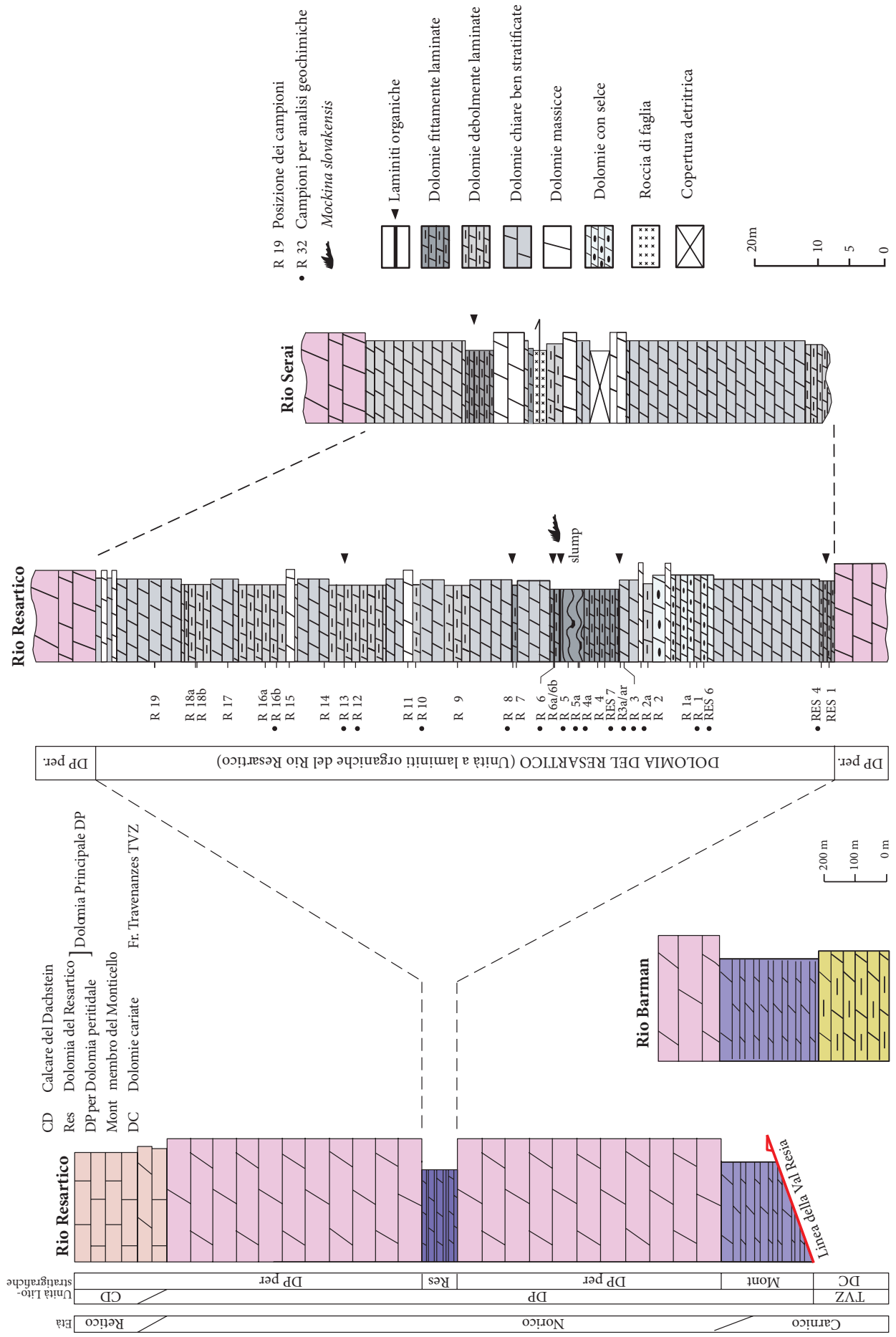



Fig. 5 - Successioni stratigrafiche sintetiche (a sinistra) e di dettaglio (a destra) dell'area studiata (da Scotti et al. 2002, mod.).
- *Synthetic (on the left) and detailed (on the right) stratigraphic successions of the studied area (from Scotti et al. 2002, mod.).*

il tetto del ciclo in questione, riconducibili all'azione di intrappolamento del fango da parte di mucillagini ciano-batteriche. Un secondo tipo di ciclo, visibile nella parte medio-superiore dell'unità, è caratterizzato da: dolomie laminate con esili interstrati marnosi; dolomicriti massicce scure; doloareniti a lamine di colore chiaro, dovute a correnti trattive che denotano un progressivo aumento dell'energia dell'ambiente di sedimentazione.

L'organizzazione verticale delle facies all'interno delle singole sequenze suggerisce una loro evoluzione via via da un mare poco profondo di ambiente di rampa carbonatica e prevalentemente in condizioni subtidali (al di sotto del livello minimo di marea) poco ossigenate fino (*shallowing*) all'instaurazione delle condizioni peritidali (cioè condizionate dalle maree) più tipiche del membro sovrastante. Esistono variazioni locali rappresentate o da facies di laguna ristretta, cioè più chiusa, con faune oligotipiche cioè povere di varietà, ad ostracodi e buona preservazione della materia organica. In generale su tutta la successione si osserva una riduzione della frazione terrigena argillosa rispetto alle dolomie cariate e ai primi metri basali.

Nella parte inferiore dell'unità nella vicina Val d'Aupa sono stati ritrovati pollini che ne consentono una attribuzione al Carnico superiore, mentre il tetto è datato al Norico (Carulli et al. 1997; Roghi & Dalla Vecchia 1997; Carulli et al. 1998). All'interno dei livelli più scuri sono stati rinvenuti frammenti di vegetali con una straordinaria conservazione come nel Rio Serai. Si tratta di coniferali che rientrano nell'accezione più ampia del genere *Voltzia* (com. pers. di L. Simonetto).

Caratteristiche naftogeniche. Nel Rio Resartico, al tetto della Linea della Val Resia, ove affiora la parte superiore della formazione, sono stati raccolti alcuni campioni.

I dati analitici descrivono le proprietà naftogeniche dei vari litotipi che caratterizzano l'unità (Tab. I) e forniscono informazioni sulla quantità/qualità della materia organica (o meglio del suo prodotto di diagenesi denominato kerogene) contenuta nelle rocce e sul suo grado di maturazione termica.

Il litotipo prevalente è costituito da dolomie chiare sterili di materia organica (DC), però non mancano livelli di dolomie scure (DS) e nere (DN), dolomie argillose scure (DAS) con contenuti anche notevoli di materia organica, che in virtù di un ambiente di sedimentazione anossico (cioè con scarsa presenza di ossigeno) ha dato origine ad un kerogene di buona/ottima qualità. Purtroppo l'incidenza percentuale di tali livelli sullo spessore totale dell'unità è scarsa, quindi come roccia madre utile per la generazione di idrocarburi in quantità discrete, il membro del Monticello non risulta particolarmente interessante (Scotti & Fantoni 2000a).

Fig. 6 - Cicli nel Membro del Monticello nel basso Rio Resartico.
- *Cycles in "Membro del Monticello" along the lower course of Rio Researtico.*

Nel Rio Resartico, nei pressi della briglia più a valle, si possono notare alcuni saggi di scavo effetuati per la ricerca di livelli bituminosi. A detta di alcuni abitanti della zona pare che anche da questa unità si estraesse in passato del materiale utile per l'utilizzo come combustibile.

I valori di Tmax (media pari a 427 °C) e quelli di TAI (1,6) indicano che il kerogene possiede un basso livello di maturità, simile a quello osservato per la soprastante unità a laminiti organiche del Rio Resartico. Per il significato dei vari parametri e sulle procedure analitiche si veda in Appendice.

4.1.2 Successioni peritidali della Dolomia Principale

Al di sopra del membro del Monticello seguono generalmente le facies più tipiche della Dolomia Principale, note in tutte le Alpi Meridionali. Il passaggio è convenzionalmente fissato alla scomparsa delle dolomie

		MINERALOGIA																				
Campione	Litofacies	Q	Kf	P	Ca	Do	AM	TOC	S1	S2	S3	HI	OI	Tmax	PI	AOM	MPH	CHF	CWF	TAI	FLU	Ro%
AV/F01	DC	0	0	0	0	98	2	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AV/F02	DC	0	0	1	1	96	2	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AV/F04	DCL	0	0	1	0	97	2	0,38	0,11	2,00	N.D.	526	N.D.	426	0,05	80	0	15	5	1,7	Y	V.A.
AV/F05	DASL	0	1	1	0	87	11	0,98	0,22	4,90	N.D.	500	N.D.	429	0,04	-	-	-	-	-	-	-
AV/F06	DS	0	0	1	0	97	2	18,95	6,00	85,70	N.D.	452	N.D.	425	0,07	-	-	-	-	-	-	-
AV/F07	DS	0	1	1	0	96	2	1,36	0,34	6,73	N.D.	495	N.D.	428	0,05	-	-	-	-	-	-	-
AV/F10	DC	0	0	0	0	98	2	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AV/F11	DAS	0	0	0	0	90	10	2,87	0,50	18,53	N.D.	646	N.D.	431	0,03	70	0	5	25	1,5	Y	V.A.
AV/F13	DAC	0	0	0	0	84	16	0,28	0,13	0,33	N.D.	118	N.D.	416	0,28	-	-	-	-	-	-	-
AV/F14	LOA	0	3	0	0	12	85	12,39	1,68	57,90	N.D.	467	N.D.	422	0,03	-	-	-	-	-	-	-

Tab. I - Dati geochimici del membro del Monticello nella, Valle del Rio Resartico. (Per la legenda si veda Tab. II; da Scotti & Fantoni 2000).
- *Geochemical data from the "membro del Monticello" in the Rio Resartico Valley. (As to the legend, see Tab. II; from Scotti & Fantoni 2000).*

Fig. 7 - Versante destro dell'alta Valle del Rio Resartico. Al centro le dolomie scure con l'intercalazione delle laminiti organiche entro le dolomie prevalentemente peritidali della Dolomia Principale.
- *The right flank of the higher part of the Rio Resartico Valley. In the middle, there are dark dolostones with organic laminites intercalation within the mainly peritidal dolostones of Dolomia Principale (Main Dolomite).*

scure laminate del Membro del Monticello e all'inizio di banchi dolomitici chiari, potenti da 1 a 5 m. I banchi sono costituiti da cicli esclusivamente peritidali, formatisi cioè in vaste piattaforme carbonatiche dominate da acque basse ossigenate, profonde da 0 a circa 10 m e regolate da maree. Un ciclo peritidale completo è costituito alla base da brecce cui seguono dolomie compatte e a tetto livelletti millimetrici o centimetrici di stromatoliti o meglio di microbialiti molto evidenti. Sono frequenti anche facies inter-sopratidali, cioè regolate dalla bassa-alta marea ma con frequenti strutture di disseccamento. Questa sequenza, che precede la Dolomia del Resartico, è potente circa 800 m.

Queste facies si ripresentano con le stesse caratteristiche anche al di sopra dell'orizzonte scuro della Dolomia del Resartico a costituire l'ultima successione peritidale della Dolomia Principale, potente circa 800 m. Questa situazione è peculiare di questa zona delle Prealpi Giulie e nelle Prealpi Carniche mentre altrove si trovano facies peritidali continue.

4.1.3 Membro della Dolomia del Resartico. L'unità a laminiti organiche del Rio Resartico

Alla testata della valle del Rio Resartico, nella porzione intermedia della Dolomia Principale, sono presenti 114 m di alternanze di dolomie chiare, dolomie scure e livelli ricchissimi in materia organica (*oil shale*) (Fig. 5). La stratificazione è molto fitta (1-10 cm) quando si è in presenza di lamine millimetriche ad alto contenuto in materia organica fino a giungere a 20 cm nelle dolomie chiare che sono prive di strutture sedimentarie o che possono presentare noduli di selce. A circa 40 m dalla base è presente uno *slump* entro le dolomie laminate scure in corrispondenza delle gallerie di coltivazione della miniera (Fig. 10).

Questa successione offre buone condizioni di affioramento lungo l'incisione principale, in sinistra idrografica, tra quota 930 e quota 1040 s.l.m. e può essere assunta come successione tipo, cioè caratteristica di questo membro e dell'unità anossica al suo interno.

Alla testata del Rio Serai affiora lo stesso orizzonte che quindi risulta continuo lungo le falde di Punta Salvotis. Qui però si presenta con spessori totali di circa 70 m (Fig. 5), quindi decisamente inferiori e con intercalazioni bituminose molto più ridotte rispetto alla Miniera del Rio Resartico (Figg. 13 e 14).

Anche nel Rio Nero, parallelo al Resartico ma posto più ad Est, si rinviene una successione simile e un limitato orizzonte di dolomie scure, prosecuzione orientale della stessa unità che ragionevolmente e geometricamente passerebbe sotto i grandi depositi detritici delle falde settentrionali del Monte Lavara, subito a Sud di vetta Criuze e lungo il Rio Iaciment. Questa unità litostratigrafica è presente quasi ovunque nelle

Fig. 8 - Grande masso con megalodontidi nell'alveo del Rio Resartico.
- *A large boulder with megalodontids in the Rio Resartico watercourse.*

Fig. 9 - Dolomie chiare e scure alla base della Dolomia del Resartico.
- *Light and dark dolostones at the the base of the Resartico Dolomite.*

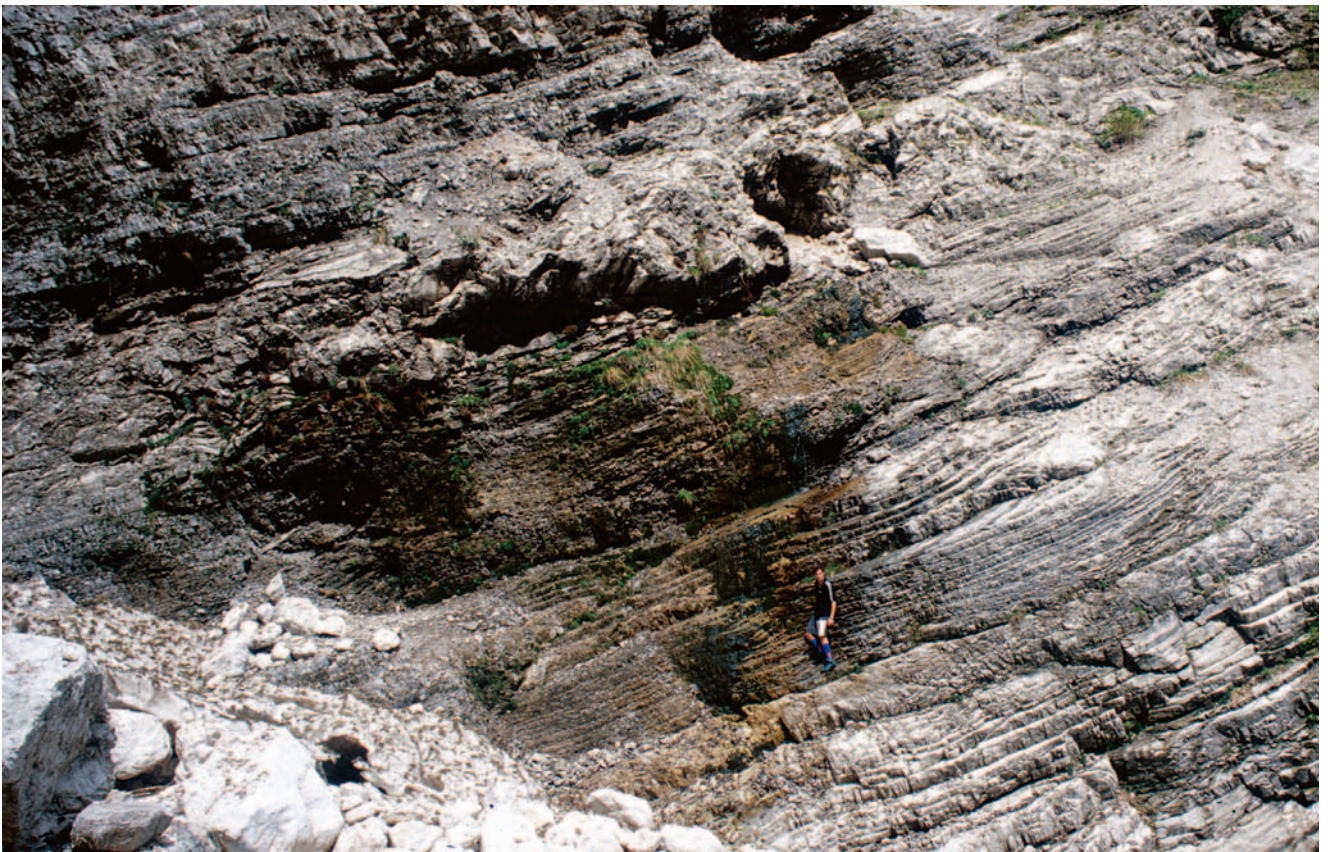



Fig. 10 - Parte centrale della successione, sede del livello a laminiti organiche sfruttato dalla miniera. Si osservino le pieghe dello *slump*.
- *The central part of the succession, with the organic laminites exploited by the mine. The large* slump *is easily visible.*

Prealpi Giulie e Carniche con caratteristiche variabili. Nella zona in oggetto è un orizzonte ben distinguibile all'interno della Dolomia Principale per cui in origine era stato proposto (Fantoni et al. 1998; Scotti et al. 2002) il termine informale di "unità a laminiti organiche del Rio Resartico" per tutta la successione di dolomie scure.

Nel recente Foglio Geologico 049 "Gemona del Friuli" (Zanferrari coord. 2013) viene proposto il termine formalmente più corretto di Dolomia del Resartico come membro intermedio della Dolomia Principale per tutta la successione di dolomicriti grigie e brunastre più o meno scure con spessori variabili e con, all'interno, l'unità a laminiti organiche del Rio Resartico, un orizzonte particolarmente più ricco di materia organica che però ha uno sviluppo lenticolare, in certi casi può infatti scomparire.

Anche il membro nel suo insieme, presente nelle Prealpi Giulie e Carniche, ha caratteristiche discontinue lateralmente in quanto varia sia come spessore totale (25-400 m) che, come detto, per il contenuto in orizzonti ricchi di materia organica. Questi ultimi (definibili come lenti ad *oil shale*) corrispondono alle cosiddette lenti di *boghead* citate e cartografate da Gortani & Desio (1927) e da Ceretti (1965). Come lenti di *boghead* sono segnalati in letteratura altri affioramenti simili entro la Dolomia Principale, presenti nelle Prealpi Carniche e Giulie. Sul versante meridionale della catena dei Monte Musi erano già in passato segnalati da Marinelli (1894) altri livelli di "scisti bituminosi". Successivamente Feruglio (1925a) parlando, nella stessa zona, di *intercalazioni di dolomie scure o nerastre bituminose racchiudenti sottili letti o lenti di scisti bituminosi di boghead* (depositi ad elevato contenuto in materia organica sapropelizzata, di probabile origine algale, n.d.a.) li collocava almeno 650 m sopra la base della Dolomia Principale, in posizione stratigrafica analoga a quella del Rio Resartico. Si possono infatti ritrovare di tali orizzonti nel versante meridionale dei Monti Musi come nel Rio Zeleni, nel Rio Miniera, presso Casera Navis e in fondo alla gola del Torrente Venzonassa.

Lo stesso Marinelli (1894) segnala altri livelli anche più a Sud, presso Pradielis, cartografati come rdm - Carnico - Dolomie friabili ("Dolomia Marnosa") nel foglio geologico Udine (Feruglio 1925b, 1929).

Fig. 11 - Dolomie scure laminate nella porzione centrale della successione.
- *Dark laminated dolostones in the central part of the succession.*

Fig. 12 - Affioramento della parte alta della successione studiata (alta Valle del Rio Resartico).
- *The upper part of the examined sequence (higher part of the Rio Resartico Valley).*

Anche in destra Tagliamento (Prealpi Tramontine e Val d'Arzino) sono presenti analoghi orizzonti, potenti anche centinaia di metri e con rari orizzonti bituminosi, intercalati all'interno della Dolomia Principale ma che presentano caratteristiche diverse legate essenzialmente alla maggiore diluizione della materia organica nella frazione carbonatica (Carulli et al. 2000). Tutti questi livelli sono stati oggetto di recente di vari studi e pubblicazioni (Fantoni et al. 1998; Scotti et al. 2002; Ponton 2008).

Nei livelli bituminosi all'interno dell'unità, sono stati rinvenuti sporadici e frammentari resti di ittiofaune, in particolare denti, di pesci durofagi (cfr. *Paralepidotus*), scaglie appartenenti probabilmente a piccoli Pholdophoridae e a *Colobodus*. A *Saurichtys* (o ad altro predatore) potrebbero appartenere alcuni denti appuntiti. Questa fauna è tipica del Triassico superiore dell'area alpina centro-orientale.

Dal punto di vista cronostratigrafico è stato fondamentale il ritrovamento a metà successione di un'associazione esclusiva a *Mockina slovakensis* (Kozur), conodonte che data esattamente il livello al Sevatiano 1 del Norico superiore (Rigo et al. 2007).

4.2 Calcare del Dachstein

Sopra alla Dolomia Principale segue una zona di transizione costituita da circa 100 m di alternanze di calcari e dolomie organizzati in cicli peritidali costituenti il membro inferiore del Calcare del Dachstein.

Seguono calcari micritici chiari a *Megalodon* in banchi di spessore metrico, a facies peritidale simile a quella della Dolomia Principale, ma con prevalenza della porzione subtidale e anche con frequenti fenomeni paleocarsici a tetto ciclo. Questi calcari corrisponderebbero al membro superiore del Calcare del Dachstein e sono osservabili sulla cresta del Monte Plauris e del Monte Lavara. Nel letto dei rii si rinvengono vari blocchi spesso ricchi di megalodontidi come quello ubicato nel Rio Resartico a q. 590 (Fig. 8) alla fine della strada di servizio e da dove prosegue il sentiero n. 702 per la miniera attraversando il rio (Fig 5).

La formazione affiora ampiamente nelle Alpi e Prealpi Giulie ed anche sul Monte Amariana e parzialmente nelle Prealpi Carniche (Ciarapica & Passeri 1990; Cozzi 2000; Ponton 2008, 2011). È tradizionalmente attribuita al Retico per la presenza del foraminifero

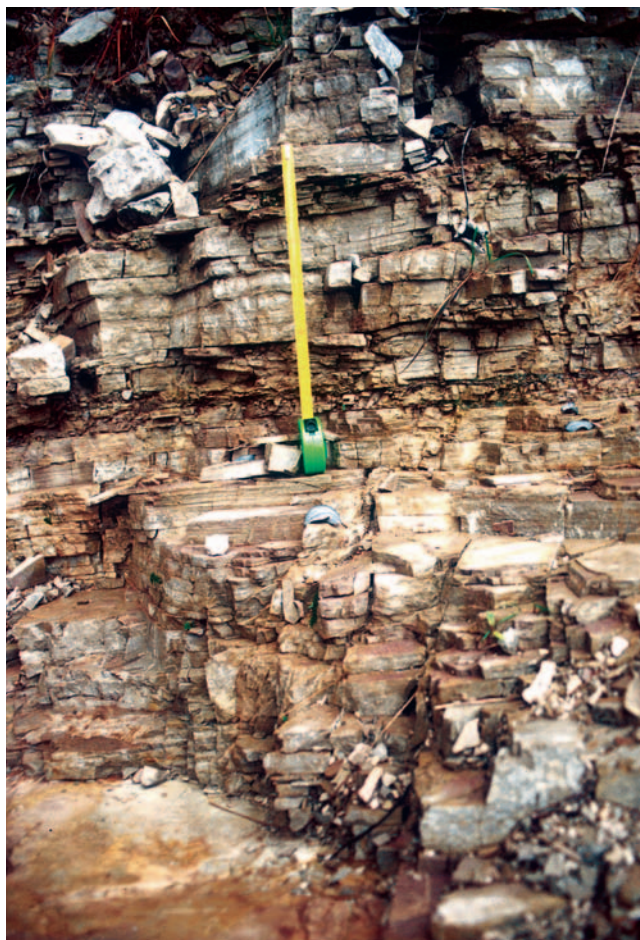



Fig. 13 - Dolomie scure fittamente laminate della successione del Rio Serai.
- *Dark, thickly laminated dolostones in the Rio Serai succession.*

Fig. 14 - Affioramento dell'unità a laminiti organiche nella Valle del Rio Serai.
- *Outcrop of the organic laminite unity along Rio Serai Valley.*

Triasina hantkeni (Majzon) e del bivalve *Dimyodon intusstriatus* (Emmrich). L'unità è caratteristica per la sua carsificabilità e quindi per la presenza di importanti fenomeni carsici epigei ed ipogei.

4.3 Calcari Grigi - Formazione del Monte Zugna

La successione prosegue a tetto con calcari prima micritici e poi oolitici del Giurassico inferiore. Essi rappresentano l'ultima testimonianza di esistenza di una piattaforma carbonatica di mare basso in queste zone prima che essa sprofondasse e venisse ricoperta da sedimenti di mare profondo. L'unità affiora sulla cima del Monte Lavara e sulle pendici settentrionali del Monte Plauris nello stretto canalone che scende in direzione Est confluendo nell'alto Rio Resartico. Formalmente il termine tradizionale di formazione dei Calcari Grigi del Friuli (Bosellini & Sarti 1978) è stato di recente sostituito con Formazione di Monte Zugna e il termine Calcari Grigi innalzato a rango di gruppo, uniformandosi alla classificazione operata in Trentino (Avanzini et al. 2007; Masetti et al. 2013).

4.4 Unità bacinali del Giurassico

Nel canalone che scende ad Est del Monte Plauris si possono osservare, in alto, serrate e dislocate dalla faglia transpressiva prima descritta, delle rocce fittamente stratificate grigie e rossastre. Per analogia con quanto si può più facilmente osservare nella vicina Val Lavaruzza esse potrebbero corrispondere ai calcari selciferi, ai calcari a crinoidi, ai calcari oolitici del Giurassico riconducibili alla Formazione di Soverzene, all'Encrinite di Fanes Piccola (ex encriniti del Monte Verzegnis), al Calcare del Vajont, alla Formazione di Fonzaso e al Rosso Ammonitico superiore (Ponton 2008; Masetti et al. 2013). Sono tutte unità bacinali, deposte in ambiente profondo successivamente allo sprofondamento della piattaforma carbonatica.

5. Caratteristiche delle dolomie bituminose

5.1 Coltivazione

Pirona, nel 1861, fece le prime osservazioni su tali depositi segnalati da un tal Perissutti, il quale in seguito ne iniziò lo sfruttamento. I primi studi di Taramelli furono pubblicati nel 1867 sul Giornale di Udine, e poi, più completi, nel 1877 con un inquadramento geologico e con le prime analisi chimiche dei cosiddetti "piroschisti bituminosi".

Negli anni successivi, si sviluppò l'attività estrattiva fra l'alto Rio Resartico e Punta Salvotis e in parte anche nel vicino Rio Serai su iniziativa di varie società, anche straniere, che si susseguirono nel tempo. Agli inizi il materiale veniva distillato per ricavarne gas per l'illuminazione cittadina (compresa quella di Udine). Marinoni nel 1881 infatti scriveva: "*I lavori di coltivazione della miniera sono già sviluppati sufficientemente, impiegando 15 operai e 10 manovali, con un salario medio giornaliero di lire 2.25 al giorno, i quali lavorano nelle gallerie pressoché 240 giorni dell'anno. Il piroschisto costa ancora in oggi lire 100 alla tonnellata, caricato in stazione a Resiutta; ma in onta al suo prezzo davvero troppo elevato in confronto anche di quello dei carboni fossili esteri, comincia ad essere esportato ed utilizzato nella carburazione del gaz illuminante e per la estrazione di olii densi minerali, essendosene ormai valutata la qualità produttiva superiore sotto ogni riguardo*".

Visto però l'alto contenuto in vapori solfidrici corrosivi per le tubature, si passò alla produzione di olii minerali a varia densità, ittiolo ed anche di ictiobenzina, quest'ultima utile alla produzione di un tipo di carburante, il benzone, peraltro di scarsa qualità e dai costi piuttosto elevati.

Cossettini nel 1925 descrive la storia dell'attività estrattiva e caratterizza il materiale bituminoso contenuto nel livello scistoso come segue dal basso verso l'alto: I. Boghead; II. Scisto povero; III. Scisto grasso; IV. Dolomia bituminosa. La quantità di materiale estraibile veniva calcolata intorno alle 500.000 tonnellate. L'attività estrattiva nel Novecento passa attraverso momenti alterni di abbandono e di forte ripresa. Nel 1942 erano ancora impiegati 227 operai e la produzione raggiunse le 42.852 tonnellate annue di materiale estratto. Nel 1943, perdurando gli eventi bellici, la miniera, assieme ai nuovi stabilimenti di distillazione situati a valle presso Resiutta, venne definitivamente chiusa.

5.2 Litofacies

Per la sua caratterizzazione sia sedimentologica che naftogenica, la successione è stata suddivisa in litofacies: dolomie chiare corrispondenti a litologie carbonatiche quasi pure (DC); dolomie chiare laminate (DCL); dolomie scure, debolmente argillose (DSL-DASL); dolomie argillose nere laminate (DANL); argilliti scure (AS); laminiti organiche - *oil shale* - marnoso-argillose ricche in materia organica (LOA-LOM) e combinazioni varie delle precedenti. L'unità a laminiti organiche del Resartico è un insieme di litofacies dove la prevalenza è in quelle con alti contenuti di materia organica (Tab. II).

Le dolomie chiare sono costituite da strati centimetrico-decimetrici di dolomie quasi pure, con tenore di frazione terrigena fine, essenzialmente argillosa, inferiore al 5%. La materia organica è presente in tenori molto bassi (TOC minore di 0.25%).

Costituiscono circa il 25% dell'unità, sono prevalenti nella porzione basale e sommitale della serie.

Le dolomie scure, caratterizzate da argillosità diffusa, non costituiscono mai singoli strati ma compaiono

spesso come frazione carbonatica delle dolomie laminate. Il contenuto di materia organica è superiore a quello della litofacies precedente.

Le laminiti organiche s.s. - *oil shale* - sono intercalate ai litotipi precedenti come livelli centimetrici o semplici lamine millimetriche. Sono costituite da argilliti/marne ricche in materia organica. I livelli più ricchi in materia organica sono concentrati nella prima metà dell'unità.

Le dolomie laminate (Figg. 15 e 16) sono il risultato della combinazione, all'interno dello strato ed in proporzione variabile, delle tre litofacies precedentemente trattate (dolomie chiare, dolomie scure e laminiti organiche).

Le singole lamine hanno spessore millimetrico; la frequenza di laminazione all'interno delle dolomie è estremamente variabile, da molto blanda a molto fitta, fino a costituire dei livelli quasi esclusivamente organici,

Fig. 15 - Dolomie laminate nel Rio Resartico.
- *Laminated dolostones in Rio Resartico.*

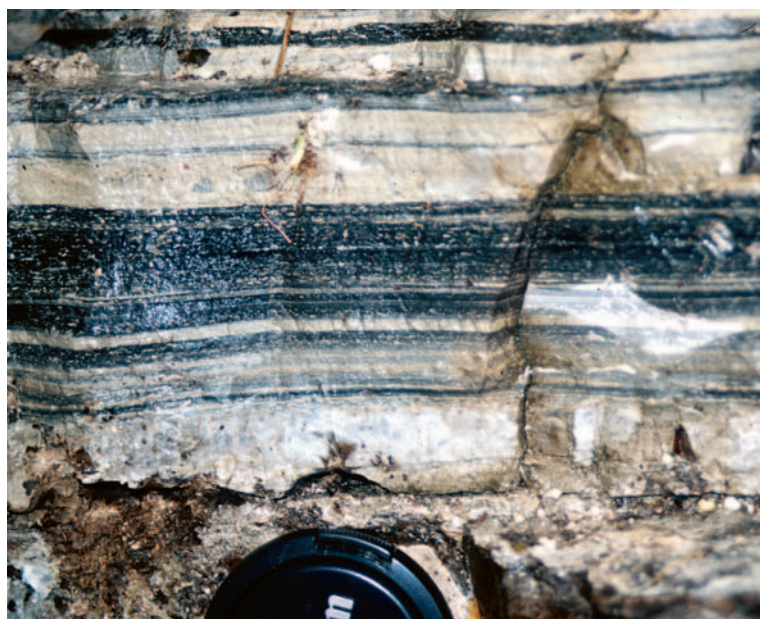



Fig. 16 - Particolare della Fig. 15: le laminazioni millimetriche ricche di materia organica.
- *Detail of Fig. 15: the millimetric laminations, rich in organic matter.*

descrizione dei campioni	campione	MINERALOGIA							PIROLISI ROCK-EVAL				ANALISI OTTICA DEL KEROGENE					
		Q	Kf	P	Ca	Do	A+M	TOC	HI	S1	S2	Tmax	AOM	MPH	CHF	CWF	Ro%	TAI
DC - dolomia chiara	R 19					95	5	0.02										
DC - dolomia nocciola	RES 6	2				97	1	0.20	425	0,06	0.9	426						
DC - dolomia bruno chiaro	R 1					97	3	0.27	415	0,10	1.1	431						
DC - dolomia grigio nocciola debolmente laminata (Fig. 17)	R 16B					97	3	0.19	395	0,06	0.7	427						
DC - dolomia bruno chiaro debolmente laminata	R 16A					98	2	0.33	394		1.3	430						
DC - dolomia bruno chiaro debolmente laminata	R 9					94	6	0.50	412		2.1	435						
DCL - dolomia bruno chiaro con bordi di strato laminati (Fig. 17)	R 10					97	3	0.47	430	0,06	2.0	430						
DASL - dolomia argillosa bruna deb. laminata (Fig. 17)	R 3	1				89	10	0.92	457	0,26	4.2	425						
DCL - dolomia bruna deb. laminata	R 5					96	4	1.02	494	0,22	5.0	431						
DCL - dolomia bruno chiaro laminata (Fig. 17)	R 13					98	2	1.07	595	0,20	6.4	429						
DCL - dolomia bruno chiaro laminata	R 2					96	4	1.08	594		6.4	431						
DSL - dolomie bruno chiaro laminata (Fig. 17)	RES 4					96	4	1.39	592	0,33	8.2	426	95			5		
DASL - dolomia argillosa bruno scuro laminata	R 3A	6				64	30	1.33	492		6.5	418						
CSL - calcare dolomitico bruno scuro laminato	R 6				65	27	8	2.04	593	0,21	12.1	430						
CSL - calcare dolomitico bruno scuro laminato	R bis	2			71	25	2	2.55	690		17.6	425						
DASL - dolomia argillosa bruno nerastra molto lam.	RES 7	3				86	11	2.50	664	0,53	16.6	430	100					
DANL - dolomia argillosa bruno nerastra intens. lam. (Fig. 17)	R 4A	8				62	30	12.7	846	0,95	108	433	95			5		
AS - argillite grigio scuro	R 3AR	15	2			11	72	6.97	716	1,58	50	426						
LOM - marna argillosa organica (oil shale)	R 5A	15				38	47	26.1	768	2,79	201	434	70	10	10	10		
LOA - argillite organica (oil shale)	R 8							33.0	619	5,09	204	431						
LOA - argillite organica (oil shale)	R 2A							41.7	659	11,08	274	431	70	15	10	5		
LOM - marna dolomitica organica (oil shale)	R 12	8				67	25	42.1	590	10,73	249	427						
LOM - marna argillosa organica (oil shale)	R 6A	15				26	59	45.8	870		398	446	100					

Tab. II - Analisi geochimiche per le laminiti organiche del Rio Resartico. Analisi mineralogica: Q=Quarzo; Kf=K feldspato; P=Plagioclasio; Ca=Calcite; Do=Dolomia; A+M=Argilla+Miche (la percentuale è chiusa a 100 fra i 6 componenti). TOC=carbonio organico totale. Pirolisi Rock-eval: HI %=kgHC/t roccia; mgHC/gT.O.C.; S1=quantità di idrocarburi liberi; S2=potenziale petrolifero; Tmax= temperatura di pirolisi (maturità). Analisi ottica del kerogene AOM: materia organica amorfa; MPH=fitoplancton marino; CHF=frammenti erbacei; CWF=frammenti legnosi; ro%=riflettanza della vitrinite (maturità); TAI=Indice di alterazione termica (da Fantoni et al. 1998; Scotti et al. 2002, mod.).
- *Geochemical analyses of the organic laminites of Rio Resartico. Mineralogical analyses: Q=Quartz; Kf=K feldspar; P=Plagioclase; Ca=Calcite; Do=dolomite; A+M=Clay+Micas (the percentage is close to 100 within the 6 components). TOC=Total organic carbon. Pirolisi Rock-eval: HI %=kgHC/t rock; mgHC/gT.O.C.; S1= amount of free hydrocarbons; S2= petroleum potential; Tmax= pyrolysis temperature (maturity). Optical analysis of kerogene: AOM=amorphous organic matter; MPH=marine phytoplankton; CHF: Herbal fragments; CWF=woody fragments; ro%= vitrinite reflection (maturity); TAI=Heat alteration index (from Fantoni et al. 1998; Scotti et al. 2002, mod.).*

con una crescita proporzionale del contenuto in materia organica e dell'argillosità, cioè maggiore quantità di argilla, maggiore quantità di materia organica.

Le dolomie laminate sono la componente principale dell'unità (60%) e sono prevalentemente presenti nella parte centrale della serie.

Dal punto di vista paleoambientale, nell'unità del Rio Resartico, la presenza di lamine ed il livello di preservazione della materia organica sono chiari indicatori di un ambiente deposizionale caratterizzato da fondali anossici ove era impedita la vita e lo sviluppo di faune bentoniche cioè viventi sul fondo e conseguentemente della bioturbazione del fondo fangoso.

La scarsa presenza sia di componente terrigena che di materia organica di origine continentale (almeno riguardo al CWF, frammenti fossili di piante superiori) indica la distanza di questo bacino dalle aree emerse, ammesso che fossero vegetate.

Infine c'è da ricordare che le dolomie chiare a strati decimetrici e le dolomie con selce testimoniano momentanei ritorni a condizioni mediamente più ossigenate.

5.3 Caratteristiche naftogeniche

I dati analitici di una parte dei campioni esaminati sono riportati in Tab. II. Per la posizione dei campioni nella successione si veda Fig. 5.

Dai dati che emergono da tale serie di campioni sono ben riconoscibili le caratteristiche salienti dell'unità sia in termini di tipo di materia organica sia di maturità del kerogene sia in termini di proprietà naftogeniche delle litofacies che la caratterizzano (Fantoni et al. 1998; Scotti et al. 2002). In genere la differenziazione in litofacies (geochimiche) è basata sulla litologia, la presenza o meno di laminazioni (con eventuale indicazione della frequenza), ed il colore, controllando per via analitica che per ogni litofacies così definita il contenuto di materia organica si collochi in un campo ben definito. Caratteristica principale della unità è quella di presentare frequenti intercalazioni di laminiti a litologia marnosa e forte pigmentazione bruno-nerastra, ricchissimi di kerogene di eccellente qualità, e quindi con elevato potenziale petrolifero (Fig. 17).

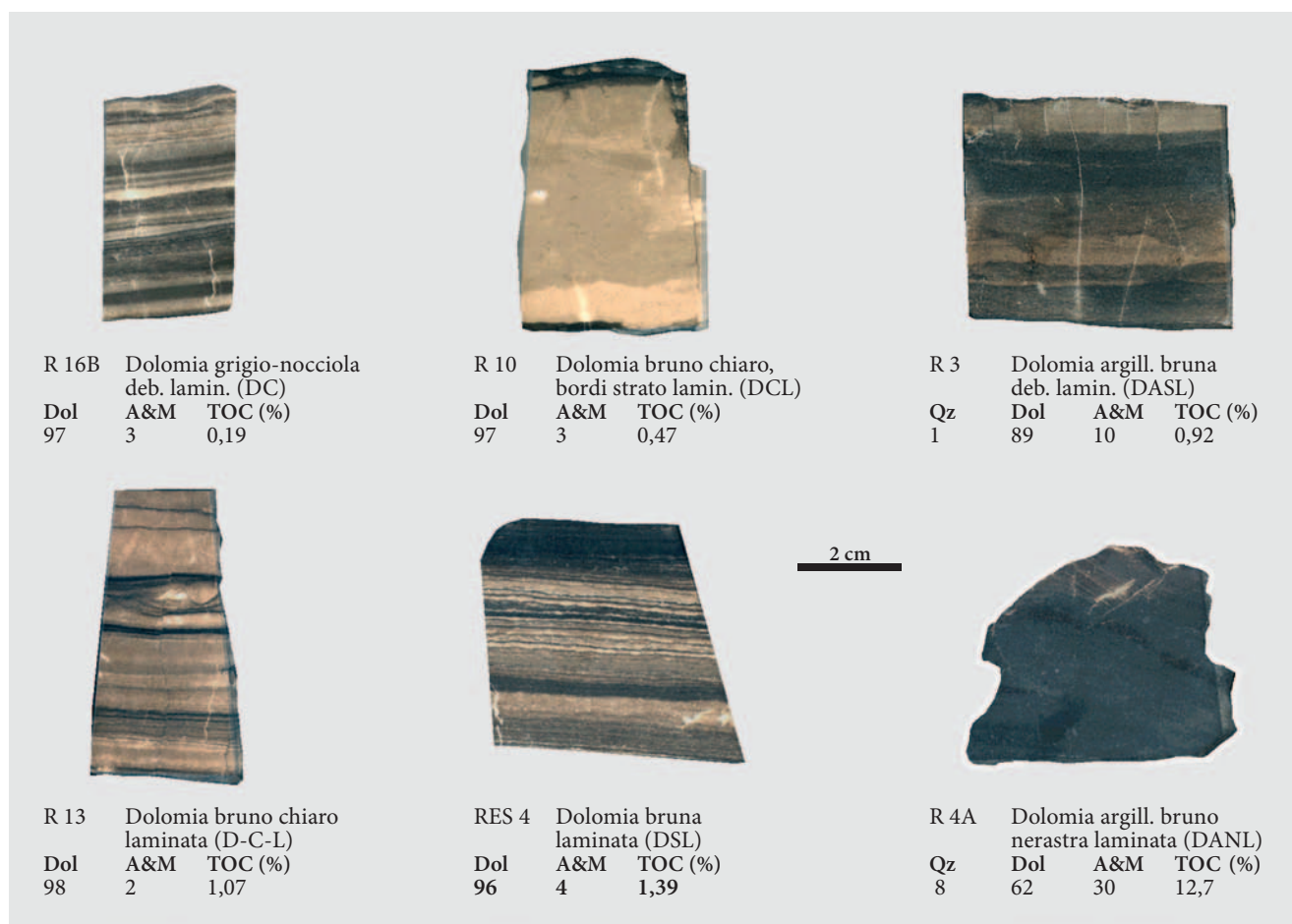



Fig. 17 - Sezioni lucide di alcuni campioni significativi dell'unità con i relativi valori geochimici. Analisi diffrattometrica limitata ai sei componenti: quarzo, K-feldspato, plagioclasio, calcite, dolomite, argille+miche. Tutti i campioni rappresentati sono privi di K- feldspato, plagioclasio e calcite (da Fantoni et al. 1998).
- *Polished sections of some significant samples of the unit with its geochemical values. Diffractometric analysis limited to the six components: Quartz, K-feldspar, Plagioclase, Calcite, Dolomite, Clay+Micas) All the samples represented are free of K-feldspar, Plagioclase, and Calcite (from Fantoni et al. 1998).*

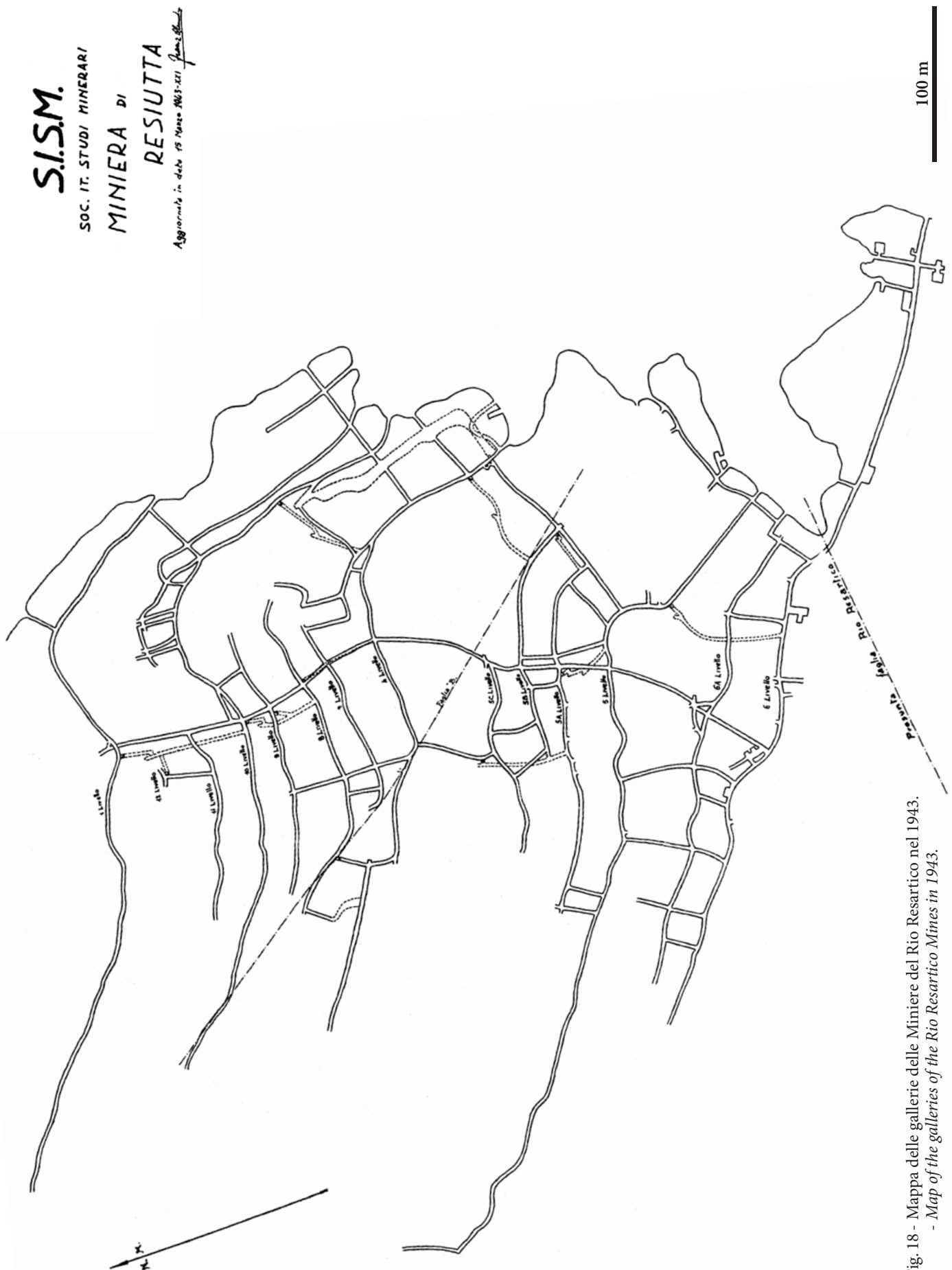



Fig. 18 - Mappa delle gallerie delle Miniere del Rio Resartico nel 1943.
- *Map of the galleries of the Rio Resartico Mines in 1943.*

Per l'analisi di maturità del kerogene sono disponibili i valori di Tmax ricavati dall'analisi di pirolisi Rock-eval; dalla lettura della tabella dati (Tab. II), si può osservare che i valori più ricorrenti sono compresi fra 425 e 430 °C (media pari a circa 430°C). Tali valori indicano un blando livello di maturità; ciò significa che l'unità rocciosa, nella sua storia di seppellimento, non ha mai subito, per tempi più o meno prolungati, riscaldamenti superiori a 80-100 °C. Si può notare, in definitiva, come le laminiti organiche del Rio Resartico contengano un kerogene immaturo/poco maturo.

Riguardo al tipo di materia organica deposta originariamente nel bacino, è stata probabilmente di origine algale, con un significativo contributo di materia organica "erbacea" (spore/pollini).

I costituenti più "nobili" (quelli con maggior contenuto di idrogeno, in virtù del notevole apporto di lipidi e proteine), rappresentati, appunto, dalla materia organica algale ed "erbacea", per effetto dell'ambiente fortemente anossico hanno subito un processo di sapropelizzazione, con formazione di materia organica di tipo "fioccoso", ove le strutture organogene non sono più riconoscibili (AOM). Il kerogene risulta quindi di ottima qualità, con elevate potenzialità di generare idrocarburi liquidi. Molto ridotto risulta il contributo di materia organica terrestre di scadente qualità (CWF della Tab. II).

Il blando livello di maturità del kerogene, sta a significare che i processi di generazione/espulsione non sono ancora avvenuti in modo significativo. È evidente lo scarso TOC relativo alle dolomie chiare (DC) con valori intorno allo 0,2 %, e quindi da considerare naftogenicamente di scarso/nullo interesse. Le litofacies più significative sono rappresentate da dolomie, da chiare a scure a nerastre, variamente laminate, con TOC variabile in un ampio intervallo di valori fra 0,5 e 15 %, proporzionalmente alla frequenza di laminazione ed alla argillosità. Frequenti, anche se con spessore limitato, sono i livelli di composizione mediamente marnosa ad alto contenuto di carbonio organico (30-35 %); tali livelli, anche in virtù dell'elevato Indice di Idrogeno (HI), risultano essere delle eccellenti *oil shale*, con Potenziale Petrolifero (PP) superiore a 200 kg HC/t roccia.

Considerando l'incidenza percentuale delle diverse litofacies sullo spessore totale della serie, il Potenziale Petrolifero risultante, coniugato allo spessore totale della serie (circa 110 m), ha permesso di riconoscere che l'unità può avere potenzialità naftogeniche di interesse minerario (Fig. 19a).

Fig. 19 - Parametri geochimici dei sedimenti anossici norici delle Prealpi Friulane, con particolare riguardo alle laminiti organiche del Rio Resartico (Serie Rio Resartico, Resiutta). DC = Dolomie Chiare; DCL = Dolomie Chiare Laminate; C&D&DASL = Calcari, Dolomie, Dolomie Argillose, Scure, Laminate; AS = Argilliti Scure; DANL = Dolomie Argillose Nere Laminate LO (AM) = Laminiti organiche (Argillose e Marnose) (brune/nere). Dati medi di T.O.C. calcolati con i valori delle Tabb. I e II. Località della Dolomia di Forni (Norico): ► = Forni di Sotto (Torrente Poschiedea); ▷ = Socchieve (Caprizzi); • = Socchieve (Rio Negro); • = Forni di Sotto (Rio Rovadia); ▪ = Socchieve (Rio Garbon - Pezzeit); • = Forni di Sotto (Rio Cont); ⊙ = Socchieve (Rio Molino); # = Preone (Rio Seazza - M.Verzegnis). Località delle laminiti organiche del Rio Resartico e livelli equivalenti (Norico): ¶ = Resiutta (Rio Resartico); Δ = Lusevera (Casera Navis - Rio Miniera) (da Scotti et al. 2002, mod.).
- *Geochemical parameters of the Norian anoxic sediments of the Friulian Pre-Alps with particular reference to the organic laminites of Rio Resartico (Rio Resartico Series, Resiutta). DC = Light dolostones; DCL = Light laminated dolostones; C & D & DASL = Limestone, Dolostone, dark laminated claily Dolostones; AS = Dark shales; DANL = Clayey, dark laminated dolostones; LO (AM) = Organic laminites (clayey and marle) (brown/black). Average data for T.O.C. calculated by using both the Tab. I and Tab. II values. Localities listed above (from Scotti et al. 2002, mod.).*

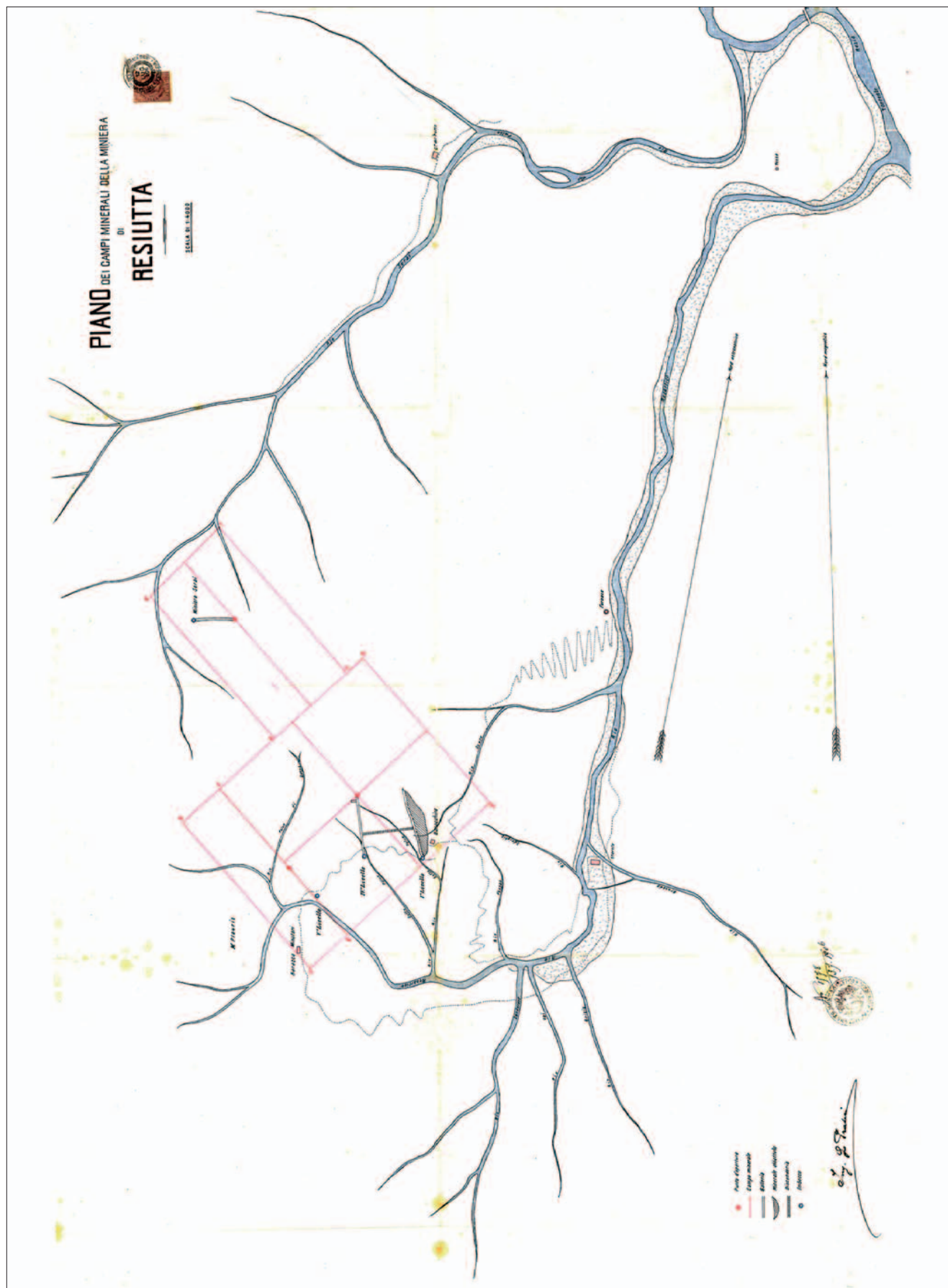



Fig. 20 - Mappa delle gallerie della Miniera del Rio Resartico nel 1906.
- *Map of the galleries of the Rio Resartico Mine in 1906.*

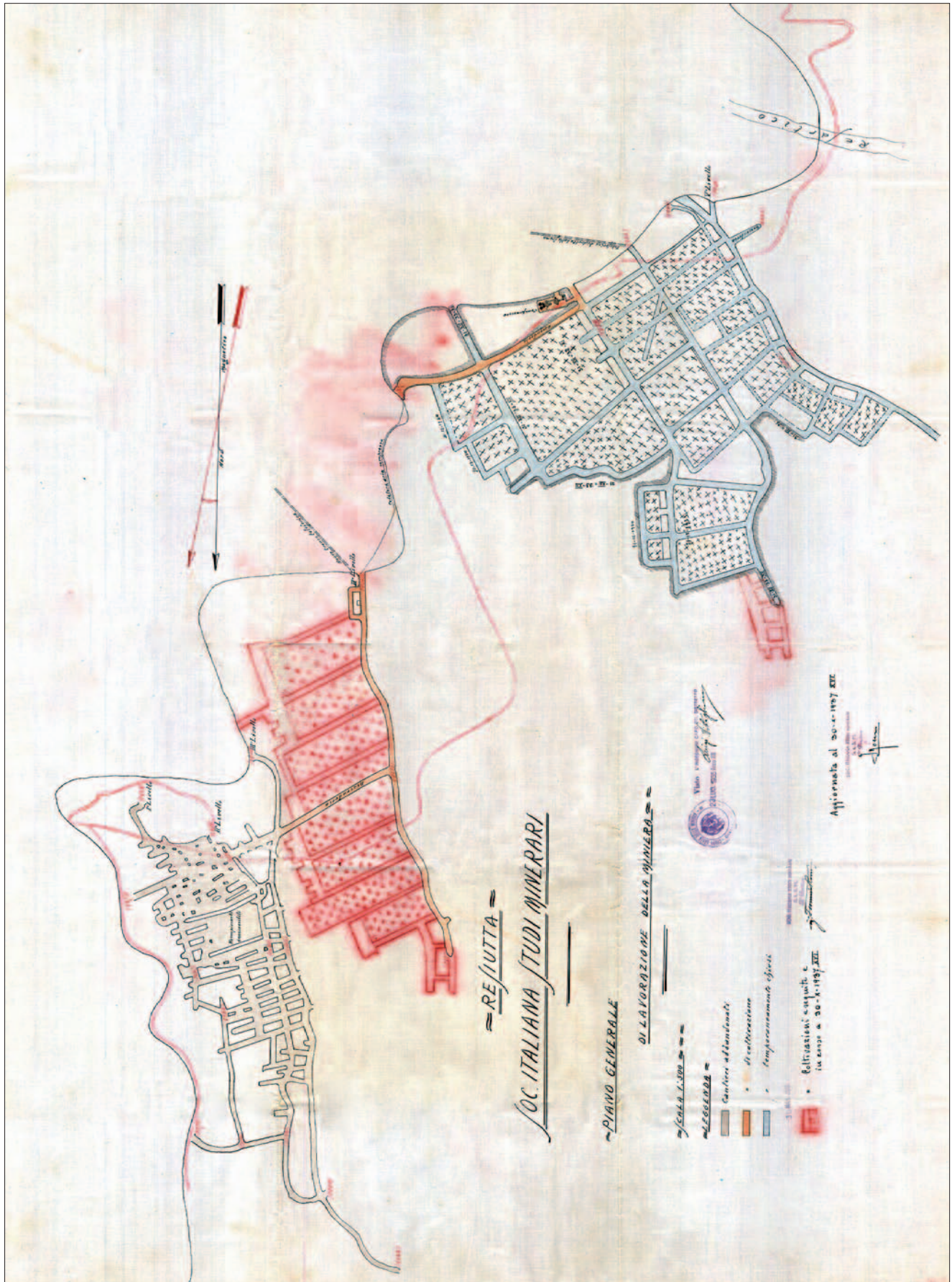



Fig. 21 - Mappa delle gallerie della Miniera del Rio Resartico nel 1937.
- *Map of the galleries of the Rio Resartico Mine in 1937.*

Fig. 22 - La parte centrale della successione della Dolomia del Resartico. Si notano alcuni imbocchi laterali delle miniere.
- *The central part of the Resartico Dolomite succession. Some lateral accesses to the mine can be observed.*

Fig. 23 - Uno dei pochi tratti di galleria mineraria ove è conservata la travatura in legno.
- *One of the few stretches of the mine gallery where original wooden beams still exist.*

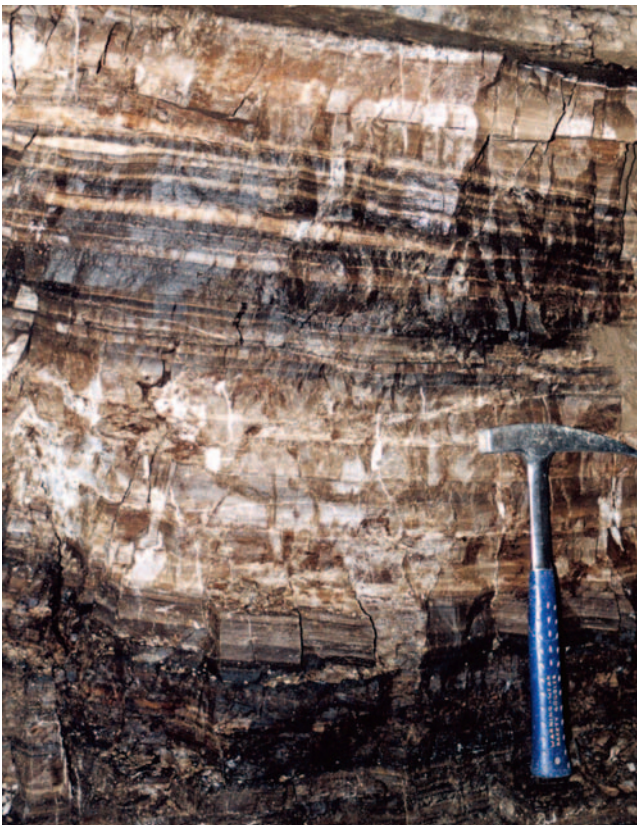



Fig. 24 - Livelli di dolomie laminate brune in miniera.
- *Layers of brown laminated dolostones inside the mine.*

Fig. 25 - Un esempio dei cedimenti a carico dei pilastri.
- *One of the tipical pillar collapse inside the mine.*

Fig. 26 - Galleria con travature: a sinistra si nota l'alternanza fra dolomie chiare e dolomie laminate scure.
- *A gallery with beams. On the left side alternation between light dolostones and dark laminated dolostones.*

In particolari condizioni geologiche, rocce come quelle che costituiscono il membro del Monticello, la Dolomia del Resartico con l'unità a laminiti organiche o anche la Dolomia di Forni (presente nelle Prealpi Carniche, vedi: Mattavelli & Rizzini 1974; Carulli et al. 1997, 2000; Fantoni et al. 1998; Scotti et al. 2002), possono costituire la roccia madre degli idrocarburi liquidi (petrolio) e gassosi (metano ed altri gas). In Fig. 19b sono messi a confronto i parametri geochimici di sedimenti anossici di varie località del Friuli. Questi, una volta generati possono migrare, cioè scorrere per tempi lunghissimi attraverso altre rocce permeabili e infine accumularsi in rocce porose che fanno da serbatoio e quindi vanno a costituire un giacimento. Queste rocce serbatoio possono quindi risultare distanti chilometri dalla roccia madre. Attualmente gli ipotetici giacimenti vanno cercati sotto l'alta pianura o sotto i primi rilievi, ma finora le prospezioni condotte non hanno rilevato le condizioni ottimali per la presenza di accumuli di idrocarburi (Fig. 19).

5.4 Le gallerie minerarie

Esistono vari documenti, mappe e pubblicazioni che riguardano la storia e lo sviluppo della miniera; da alcuni documenti e dalle interviste fatte agli ultimi minatori si evincono anche le condizioni di estremo disagio e pericolo del lavoro di estrazione. Qui viene riportata la mappa, eseguita nel 1943, della miniera alla sua massima espansione (Fig. 18) da confrontarsi con quelle relative al 1906 (Fig. 20) e 1937 (Fig. 21) per meglio comprendere lo sviluppo dell'attività mineraria.

Dopo la chiusura la zona venne completamente abbandonata. Fino al 2002 la miniera, il villaggio minerario e la zona circostante versavano in condizioni di estremo degrado.

Studi condotti, dapprima per conto dell'ENI, rinnovarono l'interesse per questa miniera e, successivamente, le esplorazioni da parte degli speleologi del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, effettuate per conto del Museo e del Parco delle Prealpi Giulie, portarono alla rivalutazione dell'area; nell'estate del 2009 è stato inaugurato il Ricovero Resartico presso i ruderi del villaggio minerario e ripulito e messo in sicurezza il vecchio ingresso principale e la galleria di accesso. Nel 2007 è stato allestito il Museo della Miniera, all'interno del Centro Viste del Parco Naturale delle Prealpi Giulie di Resiutta.

Le esplorazioni inizialmente condotte nei pressi dell'imbocco principale (galleria di carreggio) crollato e sepolto dopo alcune decine di metri in corrispondenza dell'attraversamento dell'alto Rio Resartico, portarono all'individuazione di imbocchi laterali attualmente troppo esposti. Successivamente, su indicazione di un

Fig. 27 - Piega che interessa le laminiti organiche in una galleria mineraria.
- *A fold in the organic laminites in a mining gallery.*

Fig. 28 - Nonostante la presenza di alcuni sostegni in legno, vi sono continui crolli in alcuni tratti della miniera.
- *Despite the presence of some wooden supports, there are continuous collapses in some mine sections.*

cacciatore locale è stato possibile accedere alle gallerie da un imbocco superiore a quota 1100 m s.l.m.. Nel 2003 ebbi modo di esplorare parte delle tante gallerie in parte accessibili e in parte crollate e verificare lo sviluppo laterale dei livelli bituminosi con tutte le facies osservabili in estremo dettaglio (Fig. 24).

Gli strati di laminiti organiche sono splendidamente esposti come non è possibile vedere in alcun punto all'esterno. Si notano pieghe sinsedimentarie, sacche di materiale organico, laminiti con colori che vanno dal nocciola, al bruno, al nero (Fig. 27). Poche le faglie, tutte con rigetti modesti; la fratturazione è perpendicolare ai piani di stratificazione.

L'ingresso era un tempo utilizzato per lo scarico del materiale sterile lungo il pendio, da esso soffia una forte corrente d'aria proveniente dall'interno, chiaro indice di connessione con gli altri ingressi franati. Le gallerie principali hanno, mediamente, una sezione di circa 2x2 m; sul fondo sono ancora visibili, a volte, le "impronte" delle traversine in legno per i binari utilizzati per lo scorrimento dei carrelli per il trasporto all'esterno del materiale. Gran parte delle gallerie sono prive di sostegni e il soffitto è costituito dalla piatta superficie di un piano di strato. Solo nei punti a maggiore instabilità sono presenti travature di sostegno in legname (Figg. 23 e 25). Oltre alle gallerie principali, denominate livelli e riconoscibili sul rilievo del 1943 (Fig. 19), sono presenti numerose gallerie secondarie e camere di coltivazione che presentano le più svariate forme e non sono mai sostenute da travatura.

In alcuni punti sono ancora oggi visibili i fornelli per lo scarico del minerale, sempre posti sul lato di valle delle gallerie.

La visita a queste gallerie è, comunque, oltremodo pericolosa: in più punti i sostegni sono marciti e, presso l'undicesimo livello, un grande salone è sostenuto da pilastri in pietra in evidente fase di collasso (Figg. 25 e 28). In alcuni tratti lungo le gallerie sono visibili i muri di tamponamento in pietrame a sostegno del materiale di risulta o di qualche tratto franato (Fig. 26; Mocchiutti et al. 2008).

6. Considerazioni conclusive

L'unità a laminiti organiche, entro cui si sviluppano i livelli oggetto dello sfruttamento in passato, affiora a quote comprese fra i 945 m s.l.m. dell'alveo del Rio Resartico e i circa 1200 m della zona sotto Punta Salvotis. L'unità, dislocata solo localmente da faglie, in realtà si sviluppa lungo tutta una fascia continua attorno alla Punta Salvotis fino a quote attorno ai 1300 m per poi scendere a quota 950 m nel bacino del Rio Serai dove affiora in modo discontinuo a causa delle coperture detritiche. Risale quindi verso Punta Agarone riducendosi di spessore. Verso Est invece passa sotto le potenti coperture della testata del Rio Resartico per poi riaffiorare verso Vetta Criuze e ancora più ad Est nel bacino del Rio Nero, dove è stato rintracciato a quota 570 m s.l.m.: si ritiene che si sviluppi quindi lungo l'alveo del Rio Iaciment.

In definitiva il livello appare con i suoi massimi spessori e con le migliori caratteristiche naftogeniche nell'alto Rio Resartico, pur dislocato localmente da faglie verticali, mentre verso Est e verso Ovest si riduce notevolmente (vedi schema comparativo di Fig. 17).

Attualmente l'area della Miniera del Rio Resartico è raggiungibile solo seguendo il sentiero n. 702 che porta da Borgo Povici a Forca Slips; esso giunge nei pressi del Ricovero Resartico, del villaggio minerario e dell'imbocco visitabile della galleria di servizio della miniera. Per il resto, data l'estrema suddivisione della massa rocciosa a causa della fratturazione, specie in vicinanza di faglie, la zona dove sboccano le gallerie si trova in situazioni di pericolo costante di crollo di materiale roccioso dalle pareti sovrastanti. Anche all'interno delle gallerie stesse il pericolo di crollo è ovunque presente.

L'area rimane, in generale, di difficile accesso; esistono tracce di sentiero, resti dei vecchi percorsi seguiti dai minatori o dai cacciatori, ma che presentano passaggi disagevoli o pericolosi. Una traccia di sentiero risale dai resti della vecchia fornace, lungo il basso Rio Resartico, circa a quota 510; un'altra, nell'alto Rio Resartico da quota 710. Altre tracce risalgono dal Rio Serai compiendo lunghi percorsi: o lungo il crinale del Monte Uarchèc o dalla testata della valle stessa, ma entrambi questi ultimi non sono difficilmente percorribili per difficoltà di orientamento e perdita del tracciato.

L'escursione lungo il sentiero permette però di ammirare il severo ambiente montano e di cogliere l'atmosfera di fatica e pericolo imposte alle genti di queste valli dalle necessità di lavoro e di fonti energetiche.

Manoscritto pervenuto il 22.IX.2017 e approvato il 26.X.2017.

Ringraziamenti

Si ringraziano il dr. Paolo Scotti (ENI) per la revisione della parte geochimica e il prof. Paolo Mietto per gli utili consigli. Un ringraziamento particolare a Stefano Turco e agli altri soci del CSIF per le preziose attività esplorative.

Appendice: Analisi geochimiche di base e termini utilizzati nello lo studio delle rocce madri (da P. Scotti 2000, modificato)

Vengono di seguito brevemente illustrati il significato dei principali termini geochimici trattati e le relative unità di misura; viene inoltre fornita una breve descrizione dei più semplici metodi di analisi utilizzati nei laboratori ENI.

Componenti mineralogici principali (Diffrazione raggi X)

Tramite diffrattometria RX (ai raggi X) vengono determinate le proporzioni fra i 6 più comuni componenti mineralogici (con chiusura a 100%): Quarzo, K-feldspato, Plagioclasi, Calcite, Dolomite e Argille & Miche.

Carbonio Organico Totale (TOC %)

È il primo parametro da osservare per comprendere quanta materia organica è dispersa nella roccia.

La determinazione del contenuto in carbonio organico totale (TOC - Total Organic Carbon) è effettuata, nei laboratori ENI, con apparecchiatura LECO C-200.

Il principio di funzionamento è basato sul processo di combustione del carbonio organico impiegando campioni precedentemente decarbonatati, riscaldandoli fino a temperature superiori ai 1000 °C. L'anidride carbonica prodotta dalla combustione viene dosata mediante un rivelatore IR ed il carbonio organico viene espresso in percentuale sul peso iniziale del campione.

Analisi Rock-Eval

La pirolisi Rock-Eval è essenzialmente un processo di simulazione in laboratorio, operato in tempi brevi (circa 20 minuti), del processo di maturazione termica del kerogene che, in condizioni naturali, avviene in milioni di anni. Viene utilizzato per la caratterizzazione rapida delle potenziali rocce madri e la definizione del loro livello di maturità.

L'apparecchiatura impiegata nei Laboratori ENI è un pirolizzatore "Rock-Eval" del tipo messo a punto da IFP-FINA, composto da un piccolo forno in grado di riscaldare il campione di roccia (macinata) fino a 550 °C. Durante tale processo di riscaldamento vengono prima liberati gli

giudizio maturità => del kerogene	immaturo	maturo/moltomaturo	maturità elevata	sovrammaturo
parametri di maturità:				
Tmax (°C) (1)	< 430	430 - 465	465 - 510	non determinabile(2)
Ro %	< 0,55	0,55 - 1,35	1,35 - 2	2 - 3
TAI	< 1,8	1,8 - 3,2	3,2 - 4	4 - 4,5
Indicazioni di massima sul tipo di HC (prevalenti) generati		oli	gas umidi e condensati	dry gas
Temperature (indicative) raggiunte (°C)	< 60 / 80 (3)			> 180 - 200 (3)

(1): soglie valide, a rigore, solo per un kerogene di Tipo III.
(2): quantità S2 (potenziale petrolifero residuo) della pirolisi Rock-eval in via di totale depauperamento.
(3): temperature di soglia variabili in funzione del maggior o minor tempo di permanenza delle stesse.

Tab. III - Maturità del kerogene. Soglie indicative.
- *Kerogene maturity. Indicative thresholds.*

giudizio qualità roccia madre =>	scarsa (sterile)	mediocre	discreta	buona	ottima
parametri quantità del kerogene					
TOC (originario) (%) (1)	< 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 1	1 - 2	> 2
Potenziale Petrolifero (originario) (kg HC/t roccia)	< 0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 4	> 4
giudizio qualità del kerogene =>	**pessima**	**mediocre**	**discreta**	**buona/ottima**	**eccellente**
parametri qualità del kerogene:					
Tipo di kerogene	Tipo IV	Tipo III	Tipo III/II	Tipo II e IIS (2)	Tipo I
Indice di Idrogeno (originario) (mg HC/g TOC)	< 50	50 - 250	250 - 400	400 - 700	> 700

(1): valori molto indicativi, in quanto andrebbe sempre abbinata la qualità del kerogene.
(2): Tipo IIS = Tipo II ad alto contenuto in zolfo.

Tab. IV - Caratteristiche naftogeniche. Soglie indicative.
- *Naphthenic characteristics. Indicative thresholds.*

idrocarburi liberi presenti nel campione e, a temperature più elevate, vengono prodotti per craking del kerogene gli idrocarburi ancora producibili dal campione. Gli idrocarburi liberati/generati vengono quindi misurati tramite specifico detector.

I dati analitici finali costituiscono una serie di parametri di base e di parametri calcolati:

1. **T max**: temperatura di pirolisi raggiunta nel momento di massima generazione di HC (culmine del picco di S2) espressa in °C (da non confondersi con la massima temperatura, notevolmente più bassa, raggiunta dal campione durante la sua storia di seppellimento). Quanto più è alto il valore di Tmax, maggiore è la maturità del campione poiché col procedere della maturazione rimangono pirolizzabili le frazioni di kerogene a più alta energia di attivazione.
2. **S1**: quantità di idrocarburi liberi, cioè già prodotti dalla roccia, presenti nel campione espressa in mg HC/g roccia.
3. **S2**: quantità di idrocarburi (HC) ancora producibili per cracking termico del kerogene (idrocarburi prodotti in seguito a pirolisi del kerogene) espressa in mg HC/g roccia. Per campioni immaturi o poco maturi la quantità S2 (eventualmente sommata a quella minima rappresentata da S1 e salvo impregnazioni per accumulo di HC migrati nel campione) rappresenta il Potenziale Petrolifero originario. Per campioni maturi l'S2 corrisponde al potenziale petrolifero residuo, derivante da quella porzione di kerogene che non ha subito i naturali processi di degradazione termica.

Lo strumento utilizzato per l'analisi Rock-Eval fornisce anche i seguenti parametri derivati:

4. **PI**: Indice di Produzione (S1/S1+S2). Si può utilizzare come parametro di maturità; maggiore è il PI e tendenzialmente più elevata è la maturità del kerogene. Essendo però il campione un sistema aperto, vi può essere una sottostima del PI (effetto di espulsione degli HC generati) o una sovrastima (HC impregnanti migrati dall'esterno).
5. **HI**: Indice di Idrogeno (S2*100/TOC). È un parametro (per campioni immaturi o poco maturi) molto importante di qualità del kerogene essendo correlato positivamente al rapporto atomico H/C. Aumentando l'HI aumenta il contenuto di composti idrogenati del kerogene e quindi aumenta, a parità di TOC, la quantità di idrocarburi generabili. È espresso in mg HC/g TOC.

Analisi Ottiche del kerogene

6. **Composizione del kerogene** (osservazione in vetrino, a luce trasmessa).
Una porzione di kerogene separata dalla matrice inorganica, viene disposta su un vetrino, ed osservata al mi-

croscopio in luce trasmessa, allo scopo di determinare i valori percentuali relativi ai 4 gruppi principali di materia organica componenti il kerogene:
AOM: Amorphous Organic Matter (materia organica amorfa)
MPH: Marine Phytoplankton (fitoplancton marino)
CHF: Continental Herbaceous Fragments (frammenti erbacei continentali)
CWF: Continental Woody Fragments (frammenti legnosi continentali)
Una buona qualità del kerogene, oltre a partire dal presupposto che la materia organica si sedimenti in un ambiente disossico/anossico/euxinixo che la conservi al meglio, si potrà avere quanto è maggiore la porzione di materia organica a maggior contenuto di idrogeno (quanto è maggiore il contenuto di lipidi e proteine, rispetto ai carboidrati ed alla lignina).
Un buon kerogene sarà quindi composto da una preponderanza di MPH e CHF, i quali, in un ambiente conservativo (anossico/euxinico), potranno subire il processo di sapropelizzazione, che non permetterà più il riconoscimento della struttura organogena (trasformazione in AOM), ma che consentirà di conservare gran parte del contenuto di idrogeno.

7. **Indice di alterazione termica (TAI)** (vetrino del punto precedente, osservazione a luce trasmessa).
È un parametro ottico qualitativo che esprime lo stato di conservazione della materia organica strutturata, considerando il progressivo cambiamento di colore e di struttura dei palinomorfi (spore e pollini, facenti quindi parte del gruppo CHF) al procedere della maturità. Una scala cromatica esprime, con valori di TAI da 1 a 5, il procedere della maturazione del kerogene.
8. **Riflettanza della vitrinite (Ro%)** (osservazione in cilindretto di plexiglas, a luce riflessa).
Una ulteriore porzione di kerogene separata dalla matrice inorganica, viene disposta insieme ad una speciale resina su una superficie concava di un cilindretto di plexiglas, e successivamente lucidata. La vitrinite é un gel consolidato proveniente dalla trasformazione della lignina e della cellulosa. All'aumentare della temperatura (con una durata opportuna) e quindi della maturità, si verifica un progressivo ordinamento della struttura molecolare della vitrinite. Ciò determina un incremento della capacità di riflessione della luce incidente.
La misura di questa capacità (Ro%), effettuata su un un numero adeguato di frammenti di vitrinite, é quindi una stima della maturità raggiunta dalla materia organica. Rappresenta il metodo ottico più comune per la valutazione quantitativa del grado di maturità del kerogene.

Elaborazione dei dati naftogenici

Disponendo di adeguati dati analitici si può valutare il TOC ed il Potenziale Petrolifero medi originari delle Unità litostratigrafiche.
Considerando il Potenziale Petrolifero medio di una roccia madre (possibilmente immatura) ed il relativo spessore, si può elaborare un dato naftogenico di sintesi, molto in uso nel campo dell'esplorazione petrolifera, chiamato Source Potential Index (Demaison & Huizinga 1991), che esprime la quantità di idrocarburi generabile da una colonna di roccia madre con altezza pari allo spessore ed area unitaria:

SPI (t HC/m2) = PP (kg HC/t roccia) * spessore (m) * peso specifico roccia (t/m3) / 1000.

Nell'ambito di un bacino sedimentario tale valore (meglio se nell'espressione SPI originario), integrato con le altre informazioni di carattere naftogenico (entità della generazione degli HC, dei fenomeni di espulsione dalla roccia madre, e dei fenomeni di migrazione secondaria ed intrappolamento) concorre a definire il "rischio naftogenico", a sua volta elemento indispensabile per poter definire il "rischio minerario".
Nelle Tabb. III e IV vengono sintetizzate le soglie indicanti: i livelli di maturità del kerogene, con alcune indicazioni di massima sulle temperature e sulla tipologia degli idrocarburi caratteristici di ogni intervallo di maturità; i giudizi di qualità di una roccia madre, in funzione del TOC e del Potenziale Petrolifero originari; i giudizi di qualità del kerogene.

Bibliografia

Avanzini, M., D. Masetti, R. Romano, F. Podda & M. Ponton. 2007. Calcari grigi. In *Carta Geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle Formazioni, Unità tradizionali*, cur. M.B. Cita, E. Abbate, M. Balini, M.A. Conti, P. Falorni, D. Germani, G. Groppelli, P. Manetti & F.M. Petti, 125-35. Roma: APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia s. 3, 7 (6).

Berra, F., L. Delfrati & M. Ponton. 2007. Dolomia Principale. In *Carta Geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle Formazioni, Unità tradizionali*, cur. M.B. Cita, E. Abbate, M. Balini, M.A. Conti, P. Falorni, D. Germani, G. Groppelli, P. Manetti & F.M. Petti, 63-72. Roma: APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia s. 3, 7 (6).

Bosellini, A., & L.H. Hardie. 1988. Facies e cicli della Dolomia Principale delle Alpi Venete. *Mem. Soc. Geol. It.* 30: 245-66.

Carulli, G.B., A. Cozzi, G. Longo Salvador, E. Pernarcic, F. Podda & M. Ponton M. 2000. *Geologia delle Prealpi Carniche (con Carta Geologica alla scala 1:50.000)*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 44.

Carulli, G.B., R. Fantoni, D. Masetti, M. Ponton, E. Trincianti, G.L. Trombetta & S. Venturini. 1998. Analisi di facies e proposta di revisione stratigrafica del Triassico superiore del Sudalpino orientale. *Atti Ticinensi Sc. Terra* Serie Spec., 7: 159-83.

Carulli, G.B., P. Frizzo, G. Longo Salvador, E. Semenza, G. Bianchin, F. Mantovani & G. Mezzacasa. 1987. La geologia della zona tra il T. Chiarzò e il F. Fella (Alpi Carniche). *Giorn. Geologia* s. 3, 49 (1): 1-32.

Carulli, G.B., G. Longo Salvador, F. Podda & M. Ponton. 1994. Platform-Basins relationships in the Norian of the Carnia Region (NE Italy). *Géologie Méditerranéenne* 21 (3-4): 27-30.

Carulli, G.B., G. Longo Salvador, M. Ponton & F. Podda. 1997. La Dolomia di Forni: evoluzione di un bacino euxinico tardo-triassico nelle Prealpi Carniche. *Boll. Soc. Geol. It.* 116: 95-107.

Ceretti, E. 1965. La geologia del gruppo del Monte Plauris (Carnia). *Giorn. Geologia* 33: 1-50.

Ciarapica, G., & L. Passeri. 1990. The Dachstein limestone of the Mt. Canin (Julian Alps) and its paleogeographic meaning. *Boll. Soc. Geol. It.* 109: 239-47.

Cossettini, G. 1925. Gli scisti bituminosi della miniera di Resiutta. *Giorn. Chim. ind. ed appl.* 7: 626-8.

Cousin, M. 1981. Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie. *Soc. Géol. Nord* 5 (I-II): 1-521.

Cozzi, A. 2000. La successione norico-retica. In *Guida alle escursioni dell'80ª Riunione estiva Soc. Geol. It.*, cur. G.B. Carulli, 76-82. Trieste: Università degli Studi.

Dalla Vecchia, F.M., G. Muscio & A. Tintori. 1990. Le ittiofaune del Norico delle Prealpi Carniche. In *Pesci fossili italiani - scoperte e riscoperte* (catalogo della mostra), cur. A. Tintori, G. Muscio & F. Bizzarini, 49-61.

Dell'Oste, G., G. Gemo, N. Tacus, D. Dell'Oste & S. Tacus. 2012. *Il carbone di Creta d'Oro. Storia della miniera di Cludinico*. Udine: Forum editrice.

Demaison, G., & B.J. Huizinga 1991. Genetic classification of petroleum systems. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 75: 1626-43.

Fantoni, R., G. Longo Salvador, F. Podda, M. Ponton & P. Scotti. 1998. L'unità a laminiti organiche nel Norico del Rio Resartico (Val Resia, Prealpi Giulie). *Atti Ticinensi Sc. Terra* Serie Spec., 7: 109-23.

Fantoni, R., F. Podda, M. Ponton & P. Scotti. 2002. Maturità della materia organica e storia termica in alcune successioni del Triassico superiore (Friuli Venezia Giulia, Italia). In *Atti dell'80ª Riunione estiva Soc. Geol. It.*, 79-87. Memorie Soc. Geol. It. 57.

Feruglio, E. 1925a. Le Prealpi fra l'Isonzo e l'Arzino (descrizione geologica). *Boll. Ass. Agraria Friulana* s. 7, 39: 1-96 e 40: 97-302.

Feruglio, E. 1925b. *Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio 25 Udine*. Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque di Venezia.

Feruglio, E. 1929. *Note illustrative della Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio 25 Udine*. Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque di Venezia.

Frascari, F., C. Spalletta, G.B. Vai & C. Venturini. 1981. Foglio 14 Pontebba. In *Carta Tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1:200.000*. C.N.R. Progetto finalizzato Geodinamica 441: 23-30.

Galadini, F., M.E. Poli & A. Zanferrari. 2005. Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with M=6 in the eastern Southern Alps (Thiene - Udine sector, NE Italy). *Geoph. Journ. Int*. 161: 739-62.

Gnaccolini, M., & B. Martinis. 1974. Nuove ricerche sulle formazioni calcaree giurassico-cretaciche della regione compresa tra le valli del Natisone e del Piave. *Riv. It. Paleont. Strat.* 14: 5-109.

Gortani, M., & A. Desio. 1925. *Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio 14 Pontebba*. Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque di Venezia.

Gortani, M., & A. Desio. 1927. *Note illustrative della Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio 14 Pontebba*. Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque di Venezia.

Jadoul, F., & A. Nicora. 1979. L'assetto stratigrafico-paleogeografico del Trias medio-superiore della Val d'Aupa (Carnia orientale). *Riv. Ital. Paleont. Strat.* 85 (1): 1-30.

Marinelli, O. 1894. Una visita ai giacimenti di boghead di Monte Musi. *In Alto* 5: 20-2.

Marinoni, C. 1881. Sui minerali del Friuli. *Ann. Statist. Prov. Udine* 4: 143-7.

Masetti, D., M. Ponton & A. Zanferrari. 2013. Successione triassica. In *Note illustrative del Foglio 049 Gemona del Friuli*. A. Zanferrari, D. Masetti, G. Monegato & M.E. Poli, 49-66. Roma: ISPRA-Servizio Geologico d'Italia e Regione A. Friuli Venezia Giulia. www.isprambiente.gov.it/Media/carg/friuli.html.

Mattavelli, L., & A. Rizzini. 1974 - Facies euxiniche nelle dolomie noriche dell'Ampezzano (Udine): petrografia e sedimentologia. *Memorie Riv. It. Paleont. Strat.* 14: 114-38.

Merlini, S., C. Doglioni, R. Fantoni & M. Ponton. 2002. Analisi strutturale lungo un profilo geologico fra la linea Fella-Sava e l'avampaese adriatico (Friuli Venezia Giulia - Italia). In *Atti dell'80ª Riunione estiva Soc. Geol. It.*, 293-300. Memorie Soc. Geol. It. 57.

Mocchiutti, A., G. Muscio & R. Zucchini. 2008. La miniera di scisti bituminosi del Rio Resartico. In *Geosti del Friuli Venezia Giulia*, cur. F. Cucchi, F. Finocchiaro & G. Muscio, 358-9. Udine: Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

Pirona, G.A. 1861. Cenni geognostici sul Friuli. *Ann. Assoc. Agr. Friul*. IV.

Pisa, G. 1974. Stratigraphische Tabelle der sudalpinen Trias. In *Die Stratigraphie der alpin-mediterranen Trias*, cur. H. Zapfe, 1-160. *Oest. Ak. Wiss.* 2.

Ponton, M. 2000a. La successione ladino-retica. In *Guida alle escursioni dell'80ª Riunione estiva Soc. Geol. It.*, cur. G.B. Carulli, 18-21. Trieste: Università degli Studi.

Ponton, M. 2000b. Escursione B1 (responsabile Ponton): rapporti fra piattaforme e bacini naftogenici: esempi del Triassico superiore. In *Guida alle escursioni dell'80ª Riunione estiva Soc. Geol. It.*, cur. G.B. Carulli, 145-88. Trieste: Università degli Studi.

Ponton, M. 2001. Note geologiche sulle Prealpi Carniche orientali. In *Il fenomeno carsico delle Prealpi Carniche orientali*, cur. G. Muscio, 39-57. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. 2, 12.

Ponton, M. 2002a. La tettonica del gruppo del M. Canin e la Linea Val Resia-Val Coritenza (Alpi Giulie occidentali). *Atti dell'80ª Riunione estiva Soc. Geol. It., Memorie Soc. Geol. It.* 57: 283-92.

Ponton, M. 2002b. La successione ladino-retica. In *Alpi e Prealpi Carniche e Giulie,* cur. G.B. Vai, C. Venturini, G.B. Carulli & A. Zanferrari, 45-8. Milano; BeMa. Guide Geolog. Reg. SGI.

Ponton, M. 2002c. Relazione geologica sull'area dei bacini del Rio Resartico e del Rio Serai a Sud di Resiutta. Relazione inedita. Museo Friulano di Storia Naturale e Parco Naturale delle Prealpi Giulie.

Ponton, M. 2008. Note geologiche sulle Prealpi Giulie Nord-occidentali. In *Il fenomeno carsico delle Prealpi Giulie Settentrionali*, cur. G. Muscio, 53-71. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. 2, 20.

Ponton, M. 2009. Analisi in profondità di strutture mesoalpine e neoalpine nelle Alpi Meridionali orientali. *Rendiconti online Soc. Geol. It.* 5: 179-82.

Ponton, M. 2010. *Architettura delle Alpi Friulane (All.te n. 8 sezioni geologiche alla scala 1:100.000, n. 1 carta geologica alla scala 1:200.000)*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 52.

Ponton, M. 2011. Note geologiche sulle Alpi Giulie Occidentali. In *Il fenomeno carsico delle Alpi Giulie (Friuli)*, cur. G. Muscio, G. Casagrande, F. Cucchi, 57-80. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. 2, 24.

PONTON, M. 2015. Analisi strutturale profonda delle Dinaridi esterne fra Alpi e Prealpi Giulie (Italia e Slovenia). G*ortania. Geologia, Paleontologia, Paletnologia* 36: 23-34.

RABER, R. 1997. *Miniera di Cludinico*. Comune di Ovaro, Arti Grafiche Friulane (Riedito nel 2005).

RABER, R. 2005. *Carbon fossile delle Alpi orientali*. Comune di Ovaro, GarphicLinea.

RIGO, M., M. PONTON & G. ROGHI. 2007. The coeval anoxic Basins with the Dolomia Principale in the eastern Southern Alps: what conodonts tell us about paleogeography (Poster presentato al Convegno FIST, Rimini 12-14 settembre 2007). *Epitome* 2: 168.

ROGHI, G., & F.M. DALLA VECCHIA. 1997. The palynology and palaeoenvironment of the upper Triassic dolomitic-marly sequence of Dogna Valley (Udine, Friuli Venezia Giulia, Italy) with reptile trackways. *Riv. It. Paleont. Strat.* 103 (2): 183-92.

SCOTTI, P. 2000. Analisi geochimiche di base per lo studio delle rocce madri. In *Guida alle escursioni dell'80ª Riunione estiva Soc. Geol. It.*, cur. G.B. CARULLI, 184-86. Trieste: Università degli Studi.

SCOTTI, P., & R. FANTONI. 2000. Caratteristiche naftogeniche. In *Facies naftogeniche delle Prealpi Carniche e Giulie. Guida alle escursioni dell'80ª Riunione estiva Soc. Geol. It.*, cur. G.B. CARULLI. Trieste: Università degli Studi.

SCOTTI, P., R. FANTONI, F. PODDA & M. PONTON. 2002. Depositi norici di ambiente anossico nelle Prealpi Friulane (Italia nord-orientale). In *Atti dell'80ª Riunione estiva Soc. Geol. It.*, 65-78. Memorie Soc. Geol. It. 57.

SELLI, R. 1953. La geologia dell'alto Bacino dell'Isonzo. *Giorn. Geologia* s. 2, 19: 1-153.

SELLI, R. 1963. Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie occidentali. *Giorn. Geologia* s. 2, 30 (2): 1-136.

SELLI, R. 1964. Cenni stratigrafici e tettonici delle Alpi Carniche e Giulie occidentali. *Boll. Soc. Geol. It.* 83: 1-18.

TARAMELLI, T. 1877. Catalogo ragionato delle rocce del Friuli. *Atti Acc. dei Lincei* s. V, 1: 511-609.

TINTORI, A., G. MUSCIO & S. NARDON. 1985. The Triassic fossil fishes localities in Italy. *Riv. It. Paleont. Strat.* 91 (2), 197-210.

VIDUS, L., & R. ZUCCHINI. 2002. Relazione tecnica sulle attività minerarie ed estrattive della Miniera di scisti bituminosi di Resiutta. Relazione inedita. Museo Friulano di Storia Naturale e Parco Naturale delle Prealpi Giulie.

ZANFERRARI, A., coord. 2013. *Foglio 049 Gemona del Friuli. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.* Roma: ISPRA-Servizio Geologico d'Italia. www.isprambiente.gov.it/Media/carg/friuli.html.

ZANFERRARI, A., & M.E. POLI. 2011. Sismotettonica della Carnia centrale (Friuli, Italia Nord-Orientale). *Atti del 30° Convegno Nazionale del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Trieste*, 85-86.

ZANFERRARI, A., D. MASETTI, G. MONEGATO & M.E. POLI. 2013. *Note illustrative del Foglio 049 Gemona del Friuli.* Roma: ISPRA-Servizio Geologico d'Italia e Regione A. Friuli Venezia Giulia. www.isprambiente.gov.it/Media/carg/friuli.html.

Author's address - Indirizzo degll'Autore:
- Maurizio PONTON
Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università degli Studi
via Weiss 2, I-34128 TRIESTE
e-mail: ponton@units.it

GORTANIA
Geologia, Paleontologia, Paletnologia 38 (2016) 39-75 Udine, 30.XI.2017 ISSN: 2038-0410

Fabio Marco Dalla Vecchia

COMMENTS ON THE SKELETAL ANATOMY OF THE TRIASSIC REPTILE *BOBOSAURUS FOROJULIENSIS* (SAUROPTERYGIA, PISTOSAUROIDEA)

COMMENTI SULL'ANATOMIA SCHELETRICA DEL RETTILE TRIASSICO *BOBOSAURUS FOROJULIENSIS* (SAUROPTERYGIA, PISTOSAUROIDEA)

Riassunto breve - *Bobosaurus forojuliensis* è un grande rettile eusaurotterigio proveniente dal Carnico marino (Fomazione di Rio del Lago, circa 235 milioni di anni) di Dogna (Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Provincia di Udine, Italia nordorientale) rappresentato da due esemplari: l'olotipo (MFSN 27285) e un singolo, isolato arco neurale (MFSN 27854). È un pistosauroide che per alcuni è il plesiosauro più primitivo, per altri è il sister-group di Plesiosauria o comunque è al di fuori di tale clade. L'olotipo è costituito da uno scheletro parziale e moderatamente disarticolato che include la punta del muso con alcuni denti, parte del segmento cervicale della colonna vertebrale, i segmenti dorsale (inclusivo delle vertebre pettorali) e sacrale, la maggior parte del segmento caudale, alcuni elementi gastrali, l'omero destro, quasi tutto il cinto pelvico e alcuni elementi degli arti posteriori. Questi reperti sono stati descritti da Dalla Vecchia (2006). Con il presente articolo si completa la descrizione dell'olotipo, mostrando in particolare i vari elementi scheletrici in dettaglio e a colori. Inoltre, questi elementi scheletrici sono confrontati con le corrispondenti ossa degli altri Pistosauroidea, soprattutto *Yunguisaurus liae* e *Wangosaurus brevirostris* del Ladinico superiore cinese, che al tempo della prima pubblicazione di *Bobosaurus forojuliensis* non erano ancora noti. L'esemplare MFSN 27854 assomiglia, in parte, agli archi neurali del notosauroide *Simosaurus* che nel 2006 non era ancora noto nella Formazione di Rio del Lago della zona di Dogna e potrebbe appartenere, in alternativa, ad un taxon vicino a quest'ultimo.
Parole chiave: *Bobosaurus forojuliensis*, Sauropterygia, Eusauropterygia, Pistosauroidea, Osteologia, Triassico, Carnico, Friuli.

Abstract - *This paper integrates the osteological description of the holotype of the pistosauroid eusauropterygian* Bobosaurus forojuliensis *(lower Carnian, NE Italy), which was first described by* Dalla Vecchia *(2006), mainly showing in detail the various skeletal elements and by the use of colour photographs. Furthermore, comparisons with the corresponding bones of the other non-plesiosaurian pistosauroids are done, mainly with* Yunguisaurus liae *and* Wangosaurus brevirostris *from the upper Ladinian of China, which were still unknown at the time of the first publication of* Bobosaurus forojuliensis*. The referred specimen MFSN 27854 might belong to a taxon closer to the nothosauroid* Simosaurus *than to* Bobosaurus forojuliensis *and should be prudently excluded from the apodigm of the latter.*
Key words: Bobosaurus forojuliensis*, Sauropterygia, Eusauropterygia, Pistosauroidea, Osteology, Triassic, Carnian, Friuli.*

Introduction

Bobosaurus forojuliensis Dalla Vecchia, 2006 is a large eusauropterygian reptile from the lower Carnian of Dogna (Friuli Venezia Giulia Autonomous Region, Udine Province, NE Italy) represented by two specimens: the holotype (MFSN 27285) and a single isolated neural arch (MFSN 27854) (Dalla Vecchia 2006). The holotype is a moderately disarticulated and partially preserved skeleton including the tip of the rostrum with some teeth, part of the cervical segment of the vertebral column, the whole dorsal (including the pectorals vertebrae) and sacral segments, most of the caudal segment (including some haemapophyses), some gastralia, the right humerus, most of the pelvic girdle, some elements of the hind limbs, two metapodials and one phalanx (Dalla Vecchia 2006) (Figs 1-2).

Both specimens come from the lower part of the shallow marine Rio del Lago Formation, cropping out along the Pontuz Brook near the village of Gran Colle (NW of Dogna).

Bobosaurus forojuliensis is the oldest and most primitive plesiosaur, according to Fabbri et al. (2015),

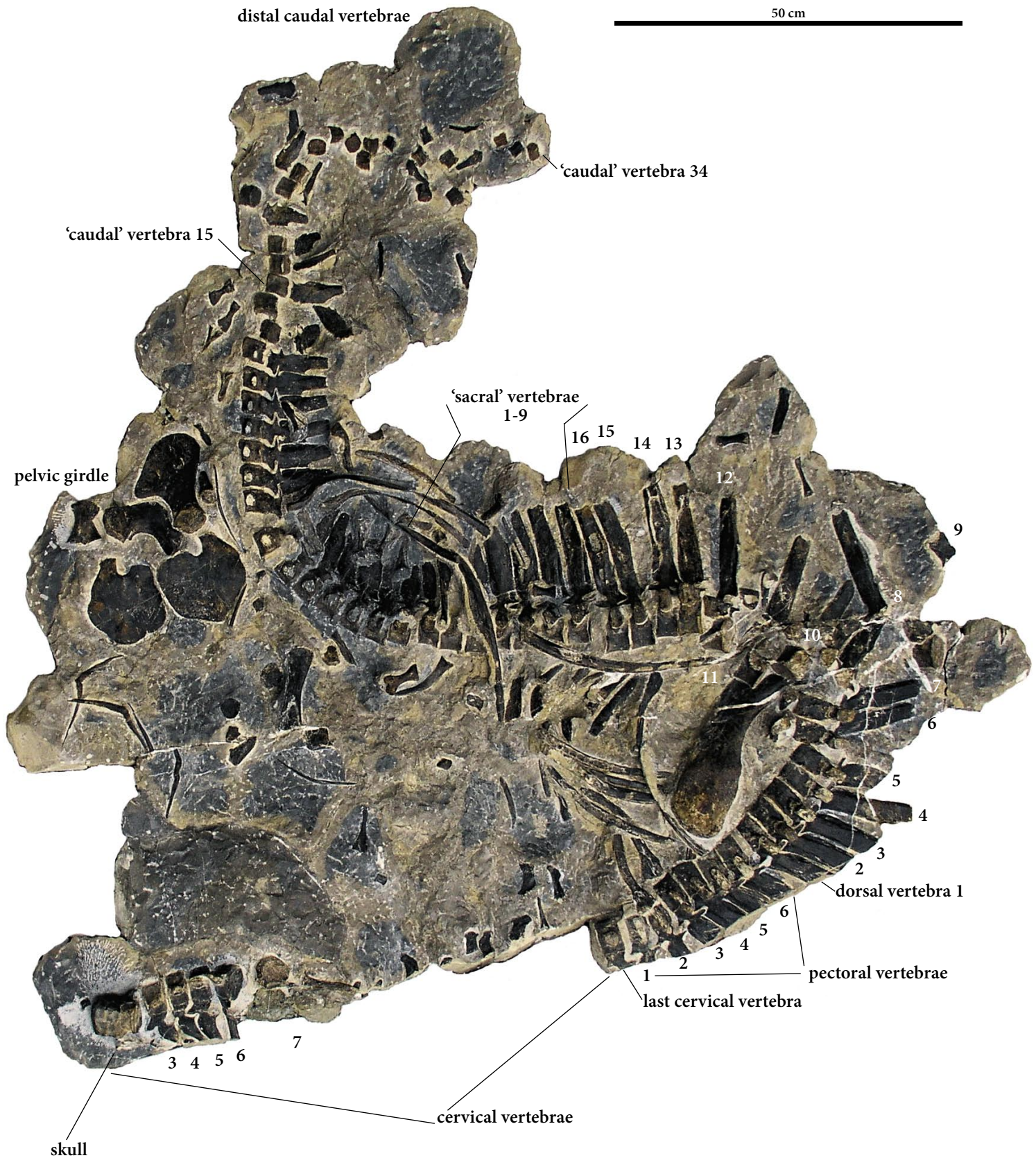



Fig. 1 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Numbers refer to the position of the vertebrae within each segment of the vertebral column. The isolate penultimate cervical vertebra (see DALLA VECCHIA 2006) is not reported. See DALLA VECCHIA (2006, fig. 4) for the identification of the other skeletal elements.

- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. I numeri si riferiscono alla posizione delle vertebre all'interno di ciascun segmento della colonna vertebrale. La penultima e isolata vertebra cervicale (si veda* DALLA VECCHIA *2006) non è presente. Si veda* DALLA VECCHIA *(2006, fig. 4) per l'identificazione degli altri elementi scheletrici.*

Fig. 2 - *Bobosaurus forojuliensis*, *silhouette* with the preserved skeletal elements. Pink: skull and teeth; red: axial skeleton and gastralia; pale blue: forelimb; yellow: pelvic girdle; and green: hind limb.
- Bobosaurus forojuliensis, silhouette *con riportate le ossa conservate. Rosa: cranio e denti; rosso: scheletro assiale e gastralia; azzurro: arto anteriore; giallo: cinto pelvico; verde: arto posteriore.*

Liu et al. (2015) and Ma et al. (2015), while it is the sister taxon of the Plesiosauria for Benson et al. (2012). As noted by Fabbri et al. (2015), *Bobosaurus forojuliensis* is or is not a 'plesiosaur' according to how the clade Plesiosauria is defined. Obviously, *Bobosaurus forojuliensis* is quite primitive with respect to the Rhaetian plesiosaurs, because it lived more than 30 million years before them. In any case, *Bobosaurus forojuliensis* has a significant importance for the sauropterygian evolution, also because it is one of the few records of non-placodont sauropterygians from the Upper Triassic.

This work is an addition and an update to the description by Dalla Vecchia (2006) and corrects a few mistakes present in it. Here, the osteology of the holotype skeleton is described and figured in detail, which was not possible in Dalla Vecchia (2006) because of publishing limits. Colour photographs are utilized, which could not be used in Dalla Vecchia (2006); large colour photographs can avoid misunderstandings and wrong interpretations that sometimes originate by observing black and white photographs and drawings. Comparisons with non-plesiosaurian pistosauroids that were unknown when Dalla Vecchia (2006) was written (e.g., *Yunguisaurus liae* Cheng, Sato, Wu & Li, 2006 and *Wangosaurus brevirostris* Ma, Jiang, Rieppel, Motani & Tintori, 2015, both from the upper Ladinian of China) are also undertaken. *Yunguisaurus liae* and *Wangosaurus brevirostris* are the first non-plesiosaurian pistosauroids represented by practically complete and articulated skeletons.

Institutional abbreviations: MFSN = Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, Italy; NMNS = National Museum of Natural Science, Taichung, Taiwan, China; ZMNH = Zhejiang Museum of Natural History, Hangzhou, Zhejiang, China.

Systematic Palaeontology

Reptilia Linnaeus, 1758
Sauropterygia Owen, 1860
Pistosauroidea Baur, 1887-90

Bobosaurus forojuliensis
Dalla Vecchia, 2006

Holotype: MFSN 27285 (Fig. 1).

Referred specimen: the specimen MFSN 27854 (isolated dorsal neural arch) referred to *Bobosaurus forojuliensis* by Dalla Vecchia (2006) maight belong to a taxon closer to the nothosauroid *Simosaurus* (see below).

Type locality and horizon: Unnamed tributary of the Pontuz Brook, Udine Province, Northeastern Italy. Geographic coordinates: N 4682702500, E 1381702800. Lower part of the Rio del Lago Formation, lower Carnian (Julian) (Dalla Vecchia 2006).

Does MFSN 27854 belong to *Bobosaurus forojuliensis*?

Dalla Vecchia (2006) noted that the unusual "prezygapophyseal-infraprezygapophyseal/postzygapophyseal-infrapostzygapophyseal" articulations in the dorsal vertebrae of *Bobosaurus forojuliensis* occurred also in the nothosauroid *Simosaurus gaillardoti*, but apparently with a reversed craniocaudal polarity (the articular wedge is reported as cranial [anterior] and the articular cavity is cranial [posterior] in *Simosaurus*). Dalla Vecchia (2006) doubted about the correct identification of this orientation in *Simosaurus*, but recognized its correctness after the study (late

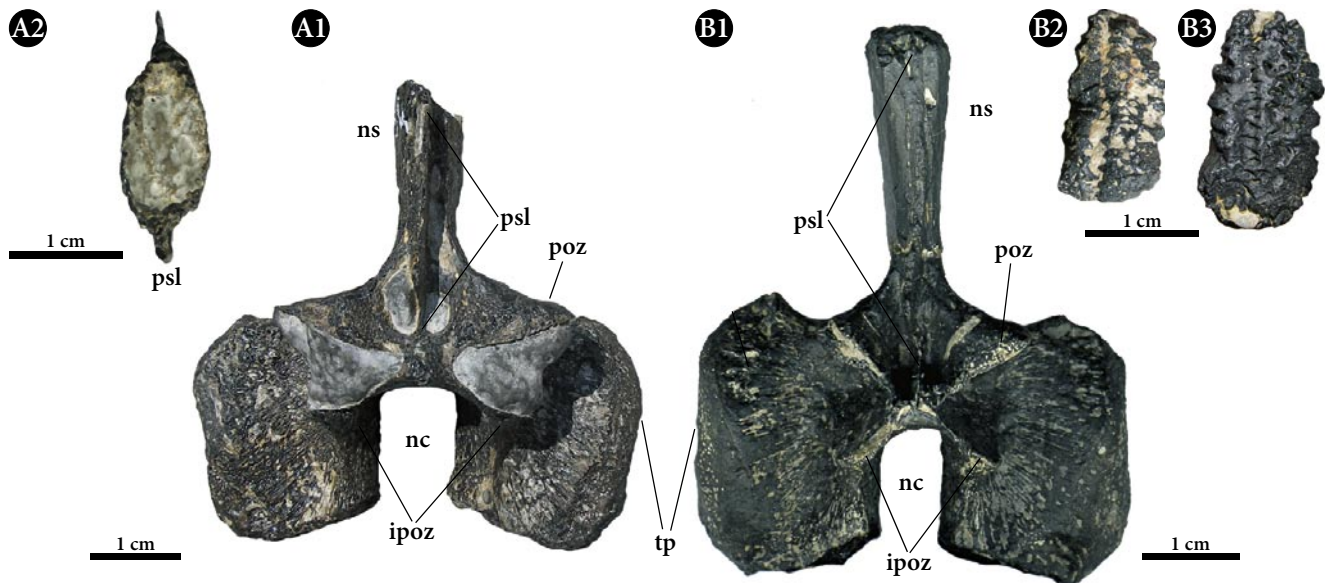



Fig. 3 - MFSN 27854, isolated neural arch (A) compared with a dorsal neural arch of *Simosaurus* aff. *gaillardoti* from the Rio dal Lago Formation of Dogna area (B). A1) Purported caudal view; A2) apical view in cross section; B1) MFSN 31870, caudal view; B2) MFSN 31870, apical view; B3) MFSN 34888, apical view. Structures of A are identified as it would belong to *Simosaurus* aff. *gaillardoti*. Abbreviations: ipoz = infrapostzygapophysis; nc = neural canal; ns = neural spine; psl = postspinal lamina; poz = postzygapophyis; tp = transverse process.

- *MFSN 27854, arco neurale isolato (A) confrontato con un arco neurale dorsale di* Simosaurus *aff.* gaillardoti *(MFSN31870) dalla Formazione Rio dal Lago dei dintorni di Dogna (B).* A1) supposta vista caudale; A2) vista apicale in sezione trasversale; B1) MFSN 31870, vista caudale; B2) MFSN 31870, vista apicale; B3) MFSN 34888, vista apicale. *Le strutture di A sono identificate come se appartenesse a* Simosaurus *aff.* gaillardoti. *Abbreviazioni: ipoz = infrapostzigapofisi; nc = canale neurale; ns = spina neurale; psl = lamina postspinale; poz = postzigapofisi; tp = processo trasverso.*

spring 2006) of an uncatalogued articulated skeleton of *Simosaurus* exhibited at the Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität of Tübingen (Germany) (Dalla Vecchia 2008).

When *Bobosaurus forojuliensis* was first described (2006), the only other eusauropterygian known from the same area (surroundings of Dogna) and formation (Rio del Lago Formation) was the nothosauroid *Nothosaurus* (Rieppel & Dalla Vecchia 2001), thus the Middle Triassic *Simosaurus* (see Rieppel 1994) was not supposed to be present there. However, skeletal remains of *Simosaurus* aff. *gaillardoti* were discovered later in the Dogna area and were described by Dalla Vecchia (2008), showing that *Bobosaurus* and *Simosaurus* co-occurred in the Rio del Lago Formation.

The dorsal neural arch MFSN 27854 shares the following features with the dorsal neural arches of *Simosaurus* aff. *gaillardoti* from the Dogna area (cf. fig. 5 in Dalla Vecchia 2006 and fig. 3 in Dalla Vecchia 2008; here Fig. 3): 1) similar size (MFSN 27854 is much smaller than the neural arches of the holotype of *Bobosaurus forojuliensis*); 2) same wedge-cavity articular structure; 3) similar massive transverse processes; 4) similar proportions of the neural spine; and 5) the median spinal lamina is not confluent with the articular structures bordering dorsally the articular cavity (this occurs for sure only in one vertebra of the holotype of *Bobosaurus forojuliensis*; see below).

Being a single and isolate neural arch, the craniocaudal polarity of MFSN 27854 is unknown; it was deduce by Dalla Vecchia (2006) based on slope of the neural arch, which is supposed to be caudal (the spine is vertical in *Simosaurus*).

MFSN 27854 shares the following features with the dorsal neural arches of *Bobosaurus forojuliensis*: 1) the polarity of the wedge-cavity articular structure, if the slope of the neural arch is caudal; 2) broad prespinal and postspinal laminae (which, however, are extremely thin and could be broken in the neural arches of *Simosaurus*); and 3) the hollow neural spine (the inner part of the spine is made of finely spongy bone in *Simosaurus* aff. *gaillardoti*). The cross-section of the spine is elliptical in MFSN 27854 (see Dalla Vecchia 2006, fig. 5D and Fig. 3A2), while it is rectangular in the dorsal vertebrae of the holotype of *Bobosaurus forojuliensis* and rectangular and sometimes much flattened laterally in *Simosaurus* aff. *gaillardoti* (Fig. 3B2-3).

Thus, it cannot be excluded that MFSN 27854 belongs to a taxon closer to *Simosaurus* aff. *gaillardoti* than to *Bobosaurus forojuliensis* and it should be prudently be excluded from the apodigm of *Bobosaurus forojuliensis,* which results, consequently, formed by the sole holotype.

Description

The partial skeleton MFSN 27285 is exposed on its right side (Fig. 1). The vertebral column is relatively well-articulated and is S-like folded, with main disarticulation occurring in the middle of the dorsal segment (dorsal vertebrae 8-11), where the column is bent, and posterior to the 'caudal' vertebra 17 (Fig. 1). Most of the limb bones, the whole pectoral girdle and most of the gastralia are not preserved on the slab surface. While some pectoral girdle elements could be inside the slab (Dalla Vecchia 2006), limb bones and gastralia were probably lost during the drifting of the carcass.

The skeletal elements exposed on the slab are shown in Fig. 2 in a *silhouette* of the animal body.

Skull

Only the distal extremity of the rostrum with some teeth is preserved of the skull and is exposed as an inclined cross-section. The remaining part was weathered away before the discovery of the specimen. The fused vomers reaches the tip of the snout as in *Pistosaurus longaevus* (see von Meyer 1847-55; de Saint Seine 1955, fig. 4D) and bear a single terminal tooth that is visible in cross-section.

The tip of the snout is evidently narrow; the peculiar structure of its cross-section is figured in Dalla Vecchia (2006, fig. 6) and can be observed here in Fig. 4A.

Because of the state of preservation of the skull and lower jaw, the arrangement of the teeth in the space is unclear and the presence or absence of 'fangs' cannot be established with certainty. Thus, the character states regarding the dentition that appear to be so important in the pistosauroid phylogeny by Sato et al. (2010) cannot be scored for *Bobosaurus*.

The elongate and conical tooth crowns can be seen in Fig. 4B; the apicobasal ridges are denser, thinner and less prominent than those in the enamel of typical *Nothosaurus* crowns.

Axial skeleton

Most of the vertebral column is preserved (82 vertebrae), showing only a moderate local disarticulation (Fig. 1). Dalla Vecchia (2006) divided it into cervical, pectoral, dorsal, 'sacral' and 'caudal' segments based fundamentally on the position of the articular facet for the ribs, which shows a clear sinusoidal pattern of migration along the vertebral column. First it is low on the centrum in the cervical vertebrae; then it migrates dorsally in the centrum moving gradually on the neural arch (pectoral vertebrae); then it remains totally on the neural arch (in the transverse process; dorsal vertebrae) to migrate gradually back on the centrum ('sacral' vertebrae) and finally to stay on the centrum

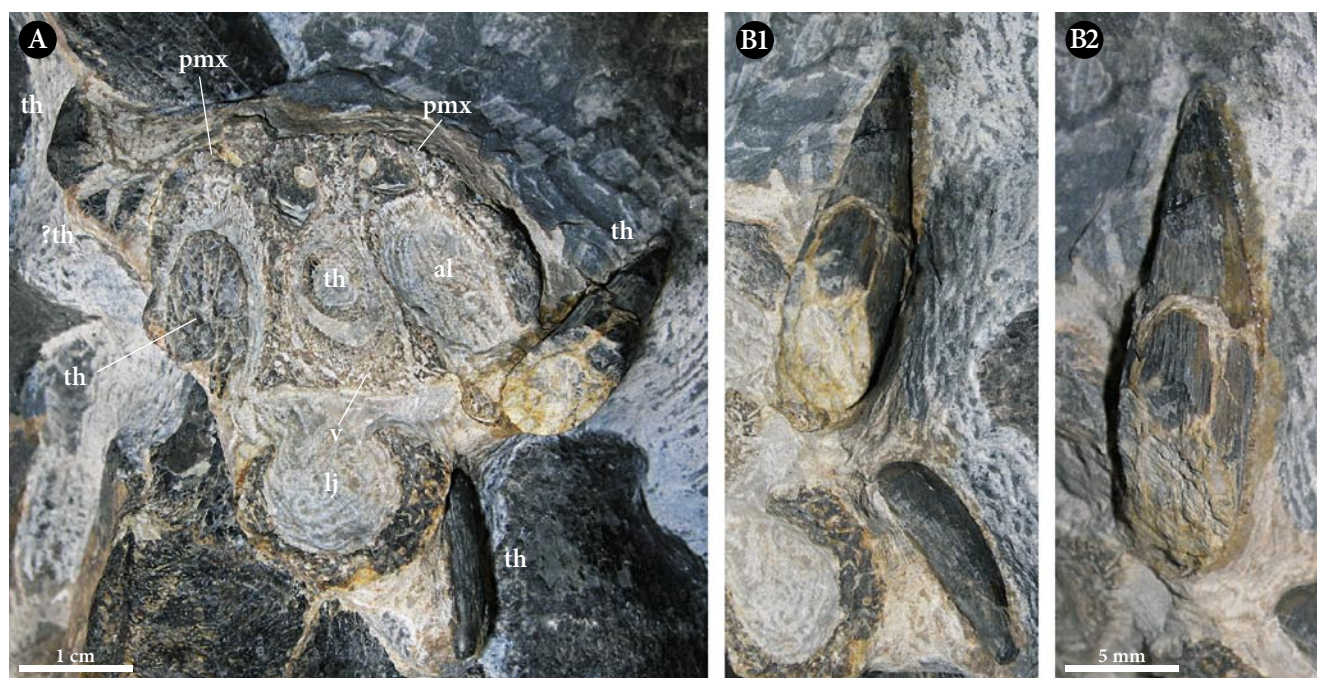



Fig. 4 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Skull and teeth. A) The cross section of the tip of the snout (cf. Dalla Vecchia 2006, fig. 6); B1-2) Tooth crowns. Abbreviations: al = alveolus; lj = lower jaw; pmx = premaxilla; th = tooth crown; v = vomer.
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Cranio e denti. A) la sezione trasversale della punta del muso (cf. Dalla Vecchia 2006, fig. 6); B1-2) corone dentarie. Abbreviazioni: al = alveolo; lj = mandibola; pmx = premascellare; th = corona dentaria; v = vomere.*

('caudal' vertebrae). The passage from pectoral to dorsal vertebrae, from dorsals to 'sacrals' and from 'sacrals' to 'caudals' is therefore gradual.

A peculiar articular structure between adjacent neural arches appears in the first pectoral vertebrae and is still present in 'caudal' vertebra 13, probably adding rigidity to the vertebral column, reducing drastically its vertical and possibly also its lateral mobility. It will be described in detail below.

Also the neural spines are peculiarly high in *Bobosaurus forojuliensis* (unlike *Pistosaurus longaevus* [see Geissler 1895; Sues 1987; Diedrich 2013]; *Augustasaurus hagdorni* [see Sanders et al. 1997; Rieppel et al. 2002]; *Yunguisaurus liae* [see Sato et al. 2010, 2014]; and *Wangosaurus brevirostris* [see Ma et al. 2015]) and have broad prespinal and postspinal laminae.

Neural arches are sutured to their centra and the neurocentral sutures are always open. As far as it can be seen, centra are non-notochordal and with parallel lateral edges (i.e., they are not much constricted) and there seems to be no zygosphene-zygantrum articulation between neural arches (because there is the peculiar articulation mentioned above).

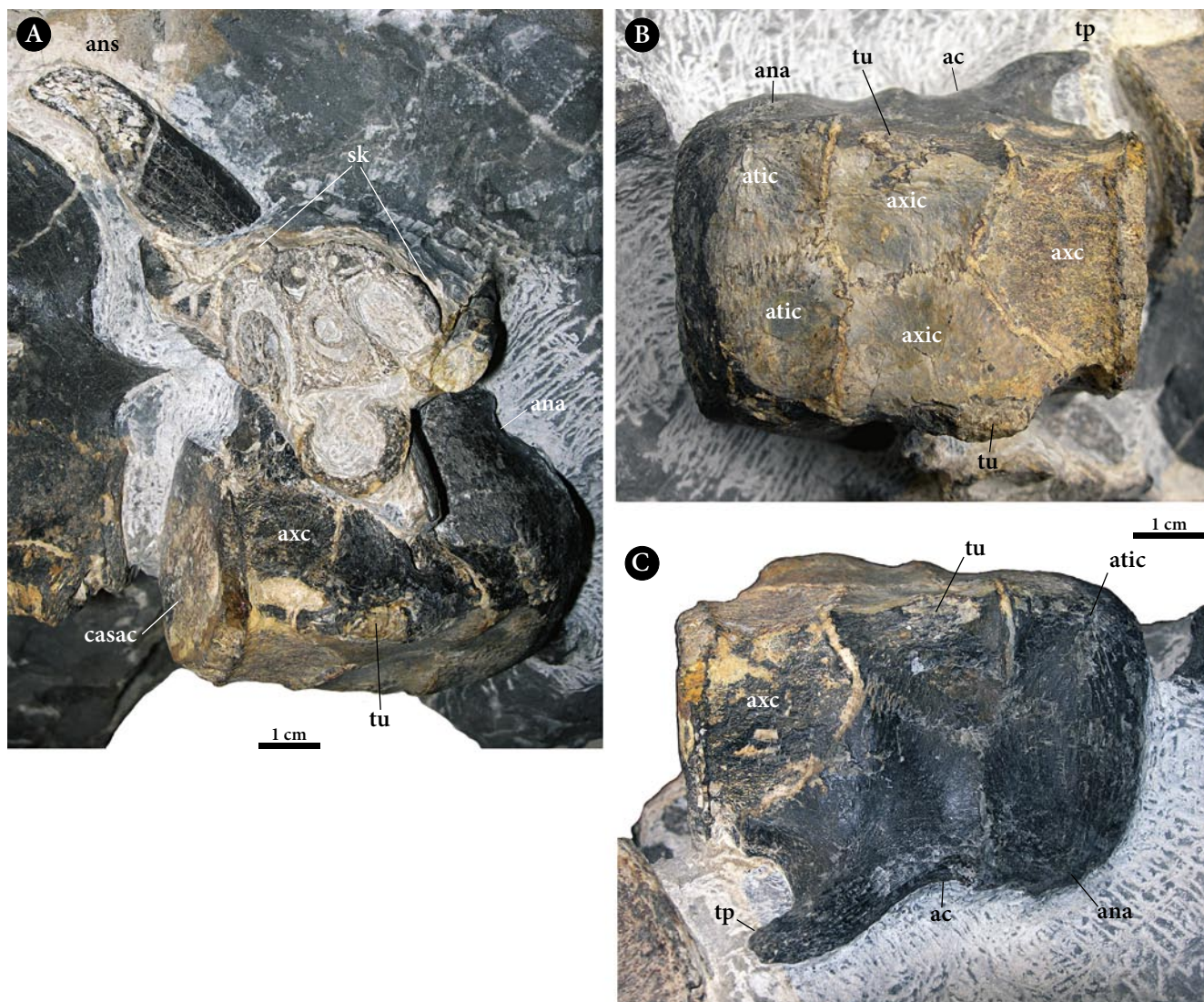



Fig. 5 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Atlas-axis complex. A) Right lateroventral view, the cross-sectioned tip of the snout covers most of the axis neural arch; B) ventral view; C) left lateral view (upside-down). Abbreviations: ac = atlas centrum; ana = atlas neural arch; ans = neural spine of the axis; atic = atlas intercentrum; axic = axial intercentrum; axc = axis centrum; casac = caudal articular surface of the axis centrum; sk = skull (cross-sectioned tip of the snout); tp = thorn-like process of the atlas centrum (fused atlas rib); tu = tubercle on the axial intercentrum.

- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Complesso atlante-asse. A) vista latero-ventrale destra, la sezione trasversale della punta del muso copre la maggior parte dell'arco neurale dell'asse (epistrofeo); B) vista ventrale; C) vista laterale sinistra (rovesciata). Abbreviazioni: ac = centro dell'atlante; ana = arco neurale dell'atlante; ans = spina neurale dell'asse; atic = intercentro dell'atlante; axic = intercentro dell'asse; axc = centro dell'asse; casac = superficie articolare caudale del centro dell'asse; sk = cranio (sezione trasversale della punta del muso); tp = processo del centro dell'atlante a forma di spina (costola dell'atlante fusa); tu = tubercolo dell'intercentro dell'asse.*

Cervical vertebrae (Figs 5-10)

Dalla Vecchia (2006) considered as cervical vertebrae the pre-dorsal vertebrae in which the articular facet/s for the rib is entirely on the centrum. This is not in agreement with other authors (e.g., Rieppel 2001) who consider as cervicals the vertebrae with distinct diapophyses and parapophyses for the bicipital cervical ribs.

The atlas-axis complex and the cervical vertebrae 3-6 are preserved in a row (Fig. 6), followed by the slightly disarticulated remains of cervicals 7-9. The following cervicals are missing because they had been weathered away. Anyway, their previous presence is testified by the corresponding cervical ribs that are still preserved on the slab (Fig. 11). The first following *in situ* vertebra has a single, large and sub-circular facet for the rib articulation that occurs entirely on the centrum (Fig. 10A). The successive vertebra is the first of a string of six vertebrae that have a single, dorsoventrally high and craniocaudally narrow articular facet for the rib that is partly on the neural arch. Those six vertebrae are here considered as pectoral vertebrae, following Brown (1981), Sues (1987), Storrs (1997) and Dalla Vecchia (2006).

A single, partially preserved vertebra with distinct diapophysis and parapophysis (Fig. 9) was found isolated near the rock layer preserving the skeleton; it appears to be the element just cranial to the vertebra with the large and sub-circular facet for the rib articulation. Dalla Vecchia (2006) considered it as the penultimate cervical vertebra and considered the vertebra with the large and sub-circular facet for the rib articulation as the last cervical vertebra.

Under these assumptions, *Bobosaurus forojuliensis* has at least 19 cervical vertebrae (based on the number of cervical ribs and the space between cervical vertebra

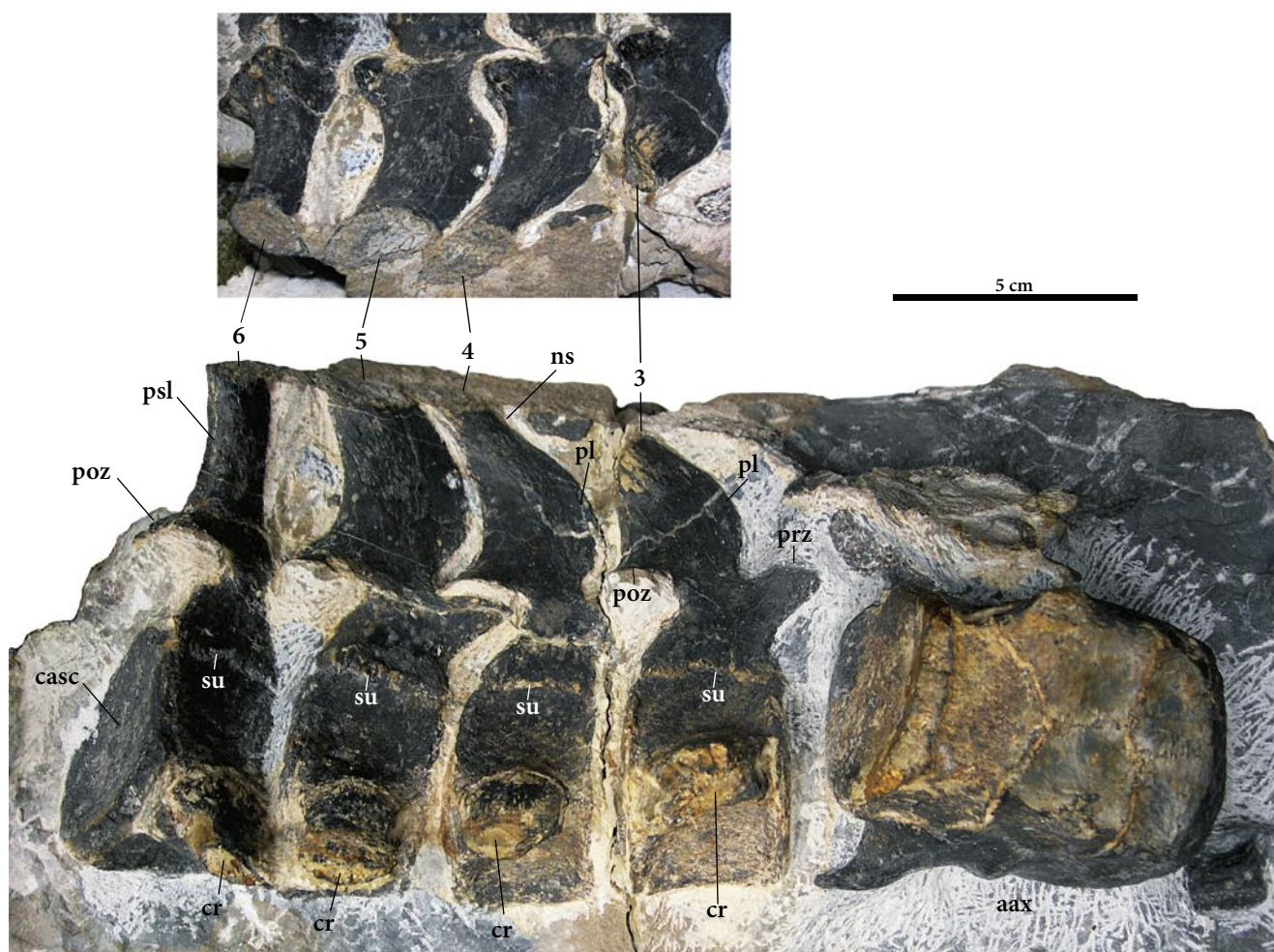



Fig. 6 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Cervical vertebrae 1-6. The smaller figure above shows the neural spines from a dorsolateral perspective (note their cross-sections). Abbreviations: 3-6 = cervical vertebrae 3-6; aax = atlas-axis complex; casc = caudal articular surface of the vertebral centrum; cr = cervical rib; ns = neural spine; pl = prespinal lamina; poz = postzygapophysis; prz = prezygapophysis; psl = postspinal lamina; su = neurocentral suture.

- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Vertebre cervicali 1-6. La figura piccola sopra mostra le spine neurali da una prospettiva dorso-laterale (si noti la loro sezione trasversale). Abbreviazioni: 3-6 = vertebre cervicali 3-6; aax = complesso atlante-asse; casc = superficie articolare caudale del centro vertebrale; cr = costola cervicale; ns = spina neurale; pl = lamina prespinale; poz = postzigapofisi; prz = prezigapofisi; psl = lamina postspinale; su = sutura neurocentrale.*

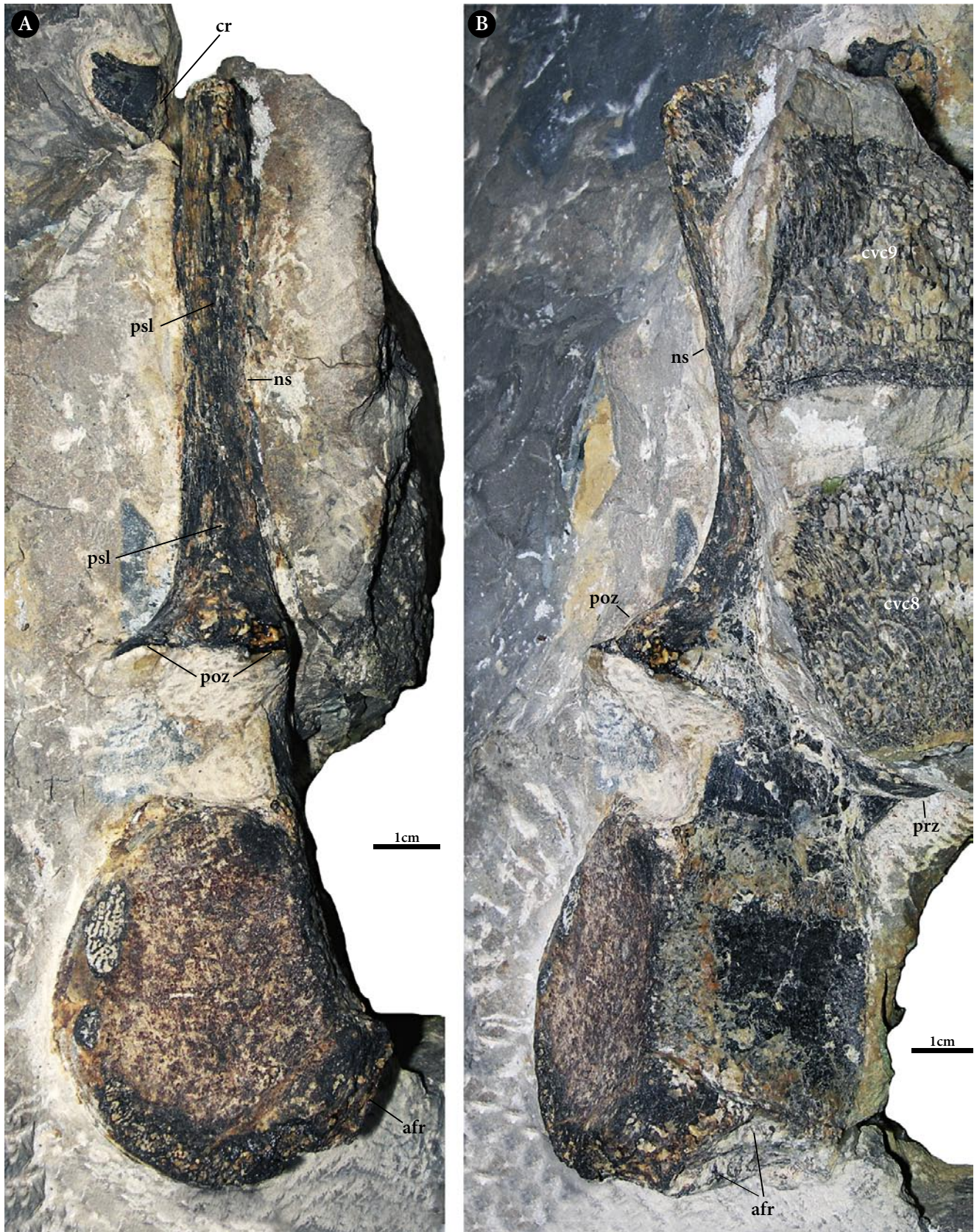



Fig. 7 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Cervical vertebra 7. A) Caudal view; B) right laterocaudal view. Abbreviations: afr = articular facets for the rib; cr = cervical rib; cvc 8-9 = cervical centra 8-9; ns = neural spine; psl = postspinal lamina; poz = postzygapophyis; prz = prezygapophyis.

- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Vertebra cervicale 7. A) vista caudale; B) vista latero-caudale destra. Abbreviazioni: afr = faccette articolari per la costola; cr = costola cervicale; cvc 8-9 = centro cervicale 8 e 9; ns = spina neurale; psl = lamina postspinale; poz = postzigapofisi; prz = prezigapofisi.*

9 and the last two cervicals; Dalla Vecchia 2006), but it could have more, if the segment of the vertebral column between cervical vertebra 9 and the penultimate cervical vertebra was disarticulated. However, it is improbable that *Bobosaurus forojuliensis* could have a high cervical count as *Yunguisaurus liae* (49-51, but including also the pectoral vertebrae; Sato et al. 2010, 2014), *Augustasaurus hagdorni* (36, but including also 4-5 pectoral vertebrae; Rieppel et al. 2002) and *Wangosaurus brevirostris* (at least 33, possibly including some pectoral vertebrae; Ma et al. 2015). Therefore, *Bobosaurus forojuliensis* was relatively short-necked like *Pistosaurus longaevus* (23-24 cervical vertebrae; Sues 1987; Diedrich 2013). Including the pectoral vertebrae (see below), *Bobosaurus forojuliensis* would have at least 25 pre-dorsal vertebrae. Whether this is a primitive feature or an apomorphy of *Bobosaurus forojuliensis,* it should be established considering on the whole the peculiar features of the vertebral column of this eusauropterygian and their functional meaning.

The atlas-axis complex is quite a massive element made of the sutured atlantal and axial double intercentra, axial and atlantal centra, and atlantal and axial neural arches (Fig. 5). The complex is rotated 90 degrees counterclockwise with respect to the cervical vertebra 3 and its cranial articular surface for the occipital condyle is obscured by the rock. Most of the right side of the axis neural arch is covered by the sectioned tip of the snout. The apically incomplete neural spine of the axis is slender and tall; it slopes caudally and has a C-like cross section (Fig. 5A).

Such a massive complex is not reported in *Pistosaurus longaevus* (see Sues 1987; Diedrich 2013), *Augustasaurus hagdorni* (see Sanders et al. 1997; Rieppel et al. 2002), *Yunguisaurus liae* (see Sato et al. 2015) and *Wangosaurus brevirostris* (see Ma et al. 2015), but it is common in plesiosaurs (e.g., Carpenter 1999).

Cervical vertebrae 3 to 5 (Fig. 6) show their lateral side, while cervical vertebra 6 is slightly rotated and shows also its caudal side. Their "pear-shaped" centrum was described in detail by Dalla Vecchia (2006). The articular surfaces of the centra cannot be fully seen, except for the caudal one of the cervical vertebra 6; they are shallowly concave. The diapophyseal and parapophyseal facets occur on a longitudinally elongate and slightly raised base, but they are obscured by the still sutured capitulum and tuberculum of the rib. No large subcentral foramina are visible. The intervertebral spaces corresponding to the intervertebral discs between the centra of cervical vertebrae 3 and 4 and 4 and 5 are 7.5 and 3 mm, respectively (thus, they are longer than those of later plesiosaurs; Wintrich & Sanders 2016). The neurocentral suture of the cervical vertebrae 3-6 is jagged but relatively straight, i.e. without significative ventral expansions. The articular surfaces of the zygapophyses are horizontal, allowing only lateral movements of the neck. The neural spines are arched backward. Their middle-apical portions are missing in cervicals 3-5 because they had weathered away (Fig. 6). A broad, "under sail"-like prespinal lamina with a convex cranial margin occurs cranially at the base of the spine; moving apically, the lamina tapers to a thin ridge (Fig. 6). The neural spine is rather craniocaudally narrow apical to the point of tapering of this lamina (as it can be appreciated in the cervical vertebra 4; Fig. 6). The postspinal lamina is visible in the cervical vertebra 6 and is just a thin basoapical ridge.

Cervical vertebra 7 (Fig. 7) is disarticulated and rotated, exposing the right lateral and the caudal sides (Fig. 7). The right cervical rib is not articulated and the craniocaudally elongate diapophyseal and parapophyseal facets, which are parallel and close to each other, are visible on their raised base (Figs 7 and 8). The postzygapophyses bear horizontal articular facets that are slightly craniocaudally sloping. Only

Fig. 8 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Double articular facets for the rib in the cervical centrum 7 (right laterocaudal view). Abbreviations: dap = diapophysis; pap = parapophysis.
- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Faccette articolari doppie per la costola nel centro cervicale 7 (in vista latero-caudale destra). Abbreviazioni: dap = diapofisi; pap = parapofisi.*

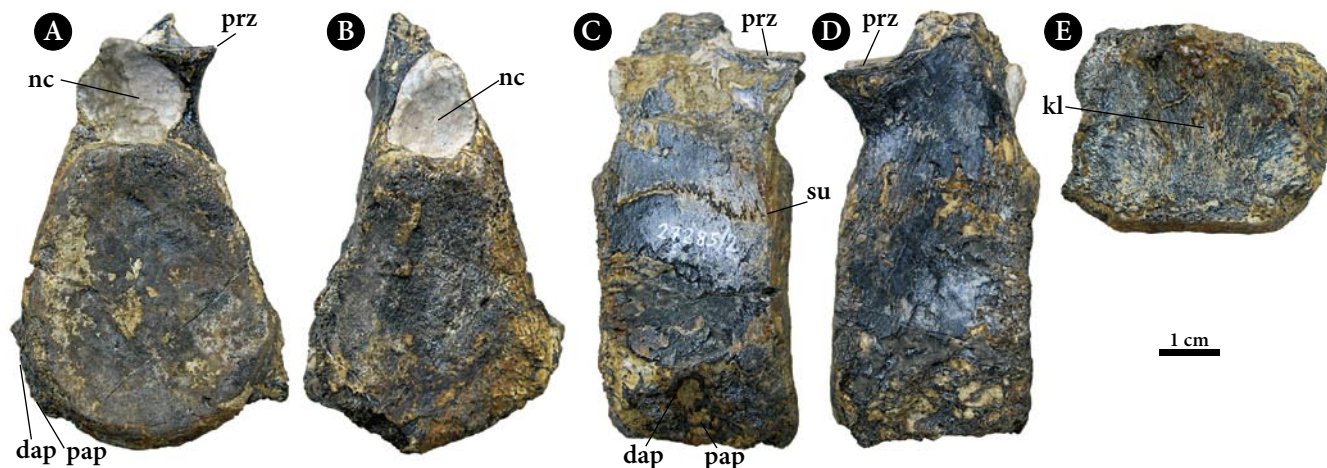



Fig. 9 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Penultimate cervical vertebra. A) Cranial view; B) caudal view; C) right lateral view; D) left lateral view; and E) ventral view. Abbreviations: dap = diapophysis; kl = keel; nc = neural canal; pap = parapophysis; prz = prezygapophysis; su = neurocentral suture.
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Penultima vertebra cervicale. A) vista craniale; B) vista caudale; C) vista laterale destra; D) vista laterale sinistra; E) vista ventrale. Abbreviazioni: dap = diapofisi; kl = carena; nc = canale neurale; pap = parapofisi; prz = prezigapofisi; su = sutura neurocentrale.*

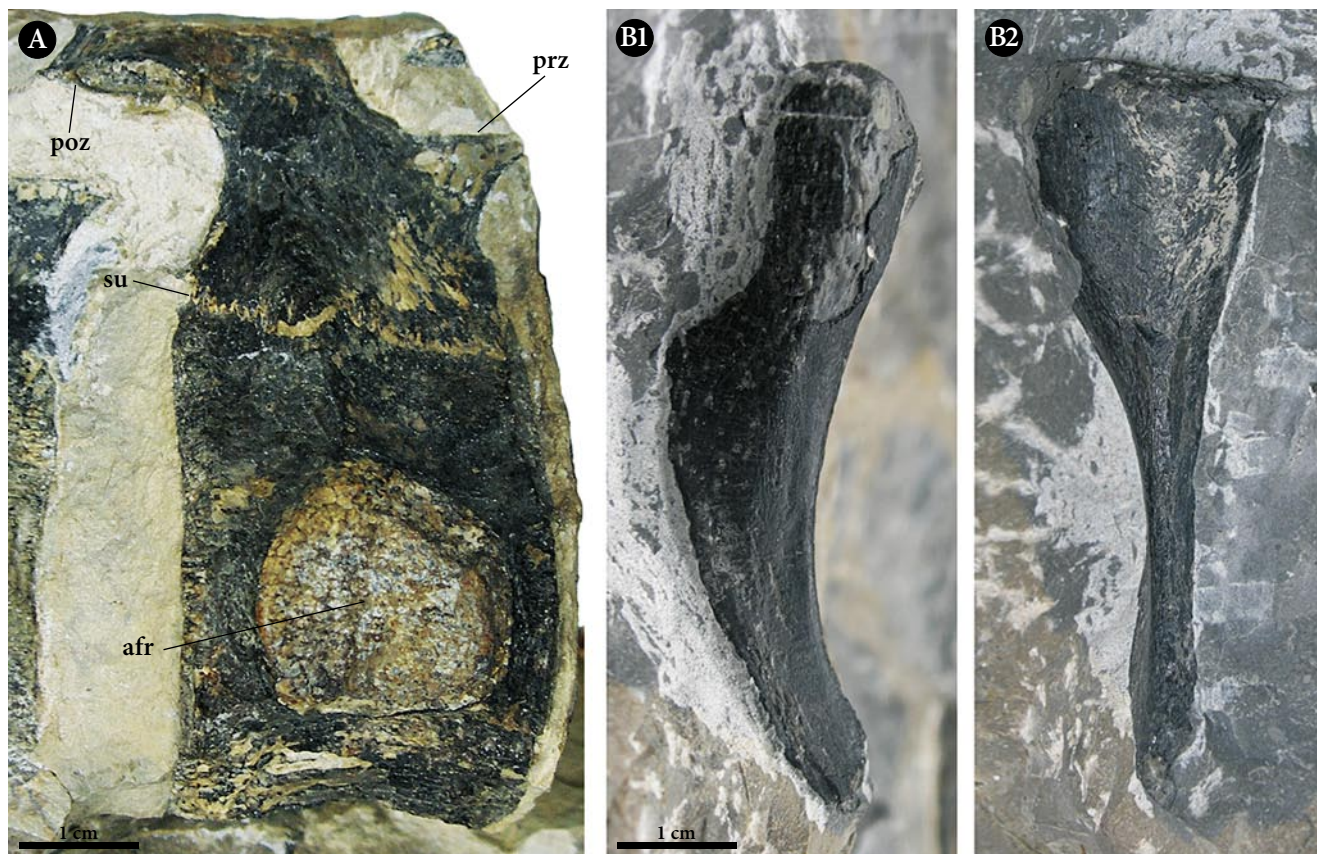



Fig. 10 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Last cervical vertebra and rib. A) Last cervical vertebra (transitional between the cervicals and the pectorals) in right lateral view. B) a probable last cervical rib in dorsoventral (B1) and cranial (B2) views. Abbreviations: afr = articular facet for the rib; poz = postzygapophysis; prz = prezygapophysis; su = neurocentral suture.
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Ultima vertebra e costola cervicale. A) ultima vertebra cervicale (di transizione fra cervicali e pettorali) in vista laterale destra. B) una probabile ultima costola cervicale in vista dorso-ventrale (B1) e craniale (B2). Abbreviazioni: afr = facetta articolare per la costola; poz = postzigapofisi; prz = prezigapofisi; su = sutura neurocentrale.*

the caudal view of the nearly complete neural spine is exposed; it is tall, inclined backward and craniocaudally narrow apically. The postspinal lamina is just a thin ridge.

As said above, only a single element of the missing string of cervical vertebrae has been found scattered in the debris at the base of the rock wall containing the skeleton-bearing stratum. It is totally freed from the

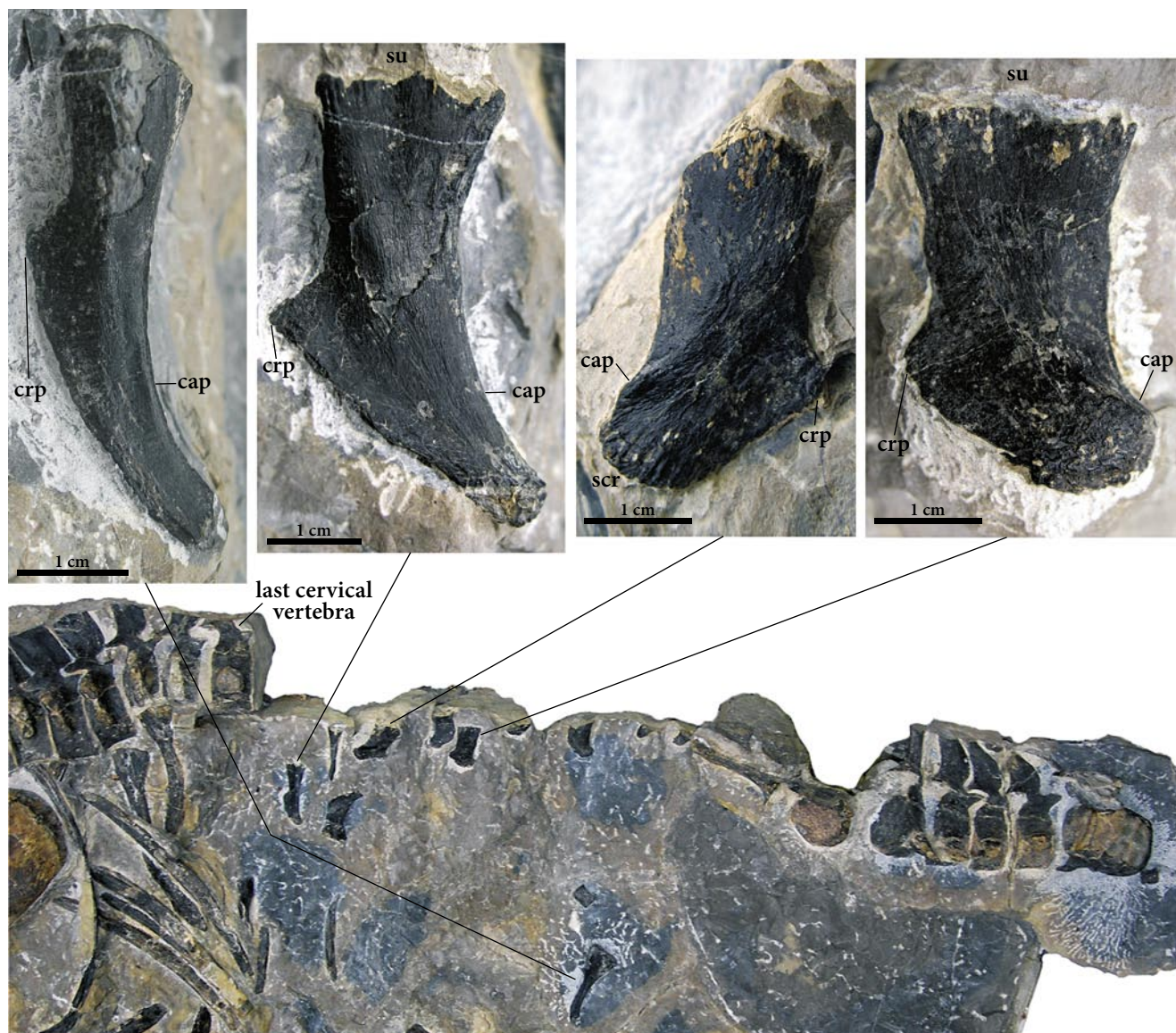



Fig. 11 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Cervical ribs. Below: panoramic view of the cervical segment of the vertebral column. Above: the better preserved cervical ribs in dorsoventral view; the proximal-distal direction is from right to left. The last to the left is the probable last cervical rib. Note the change in morphology of the elements from the middle to the distal positions. Abbreviations: cap = caudal process; crp = cranial process; scr = "saw-cut" rugosities; su = sutural margin.

- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Costole cervicali. Sotto: panoramica del segmento cervicale della colonna vertebrale. Sopra: le costole cervicali meglio conservate, in vista dorso-ventrale; la direzione prossimo-distale va da destra a sinistra. L'ultima a sinistra è probabilmente l'ultima costola cervicale. Si noti il cambio di morfologia dagli elementi mediani a quelli distali. Abbreviazioni: cap = processo caudale; crp = processo craniale; scr = rugosità "saw-cut"; su = margine suturale.*

conglobating rock and lacks most of the neural arch (Fig. 9). Its prezygapophyses have horizontal articular facets. There is a longitudinal, low and blunt keel on the ventral surface (Fig. 9E), showing (with also cervicals 3-7) that the cervical vertebrae of *Bobosaurus forojuliensis* are keeled ventrally.

Diapophyses and parapophyses in all these cervical vertebrae are parallel and close to each other; there is not shifting backwards of the parapophyses on centrum along the cervical segment of the vertebral column.

As said above, the last cervical vertebra is characterized by a single and large articular surface for the rib that is entirely on the centrum, only slightly raised on it and has a circular outline (although it is damaged ventrally and probably was deeper than it appears; Fig. 10A). According to Rieppel (2001) it should not be considered a cervical vertebra because it has a single articular surface for the rib. However, the articular surfaces of the following pectoral vertebrae are totally different, being craniocaudally narrow and placed on a dorsoventrally elongate transverse process that is partly formed by the neural arch. I keep considering it as the last cervical, although this vertebra is clearly transitional between the cervical and the pectoral

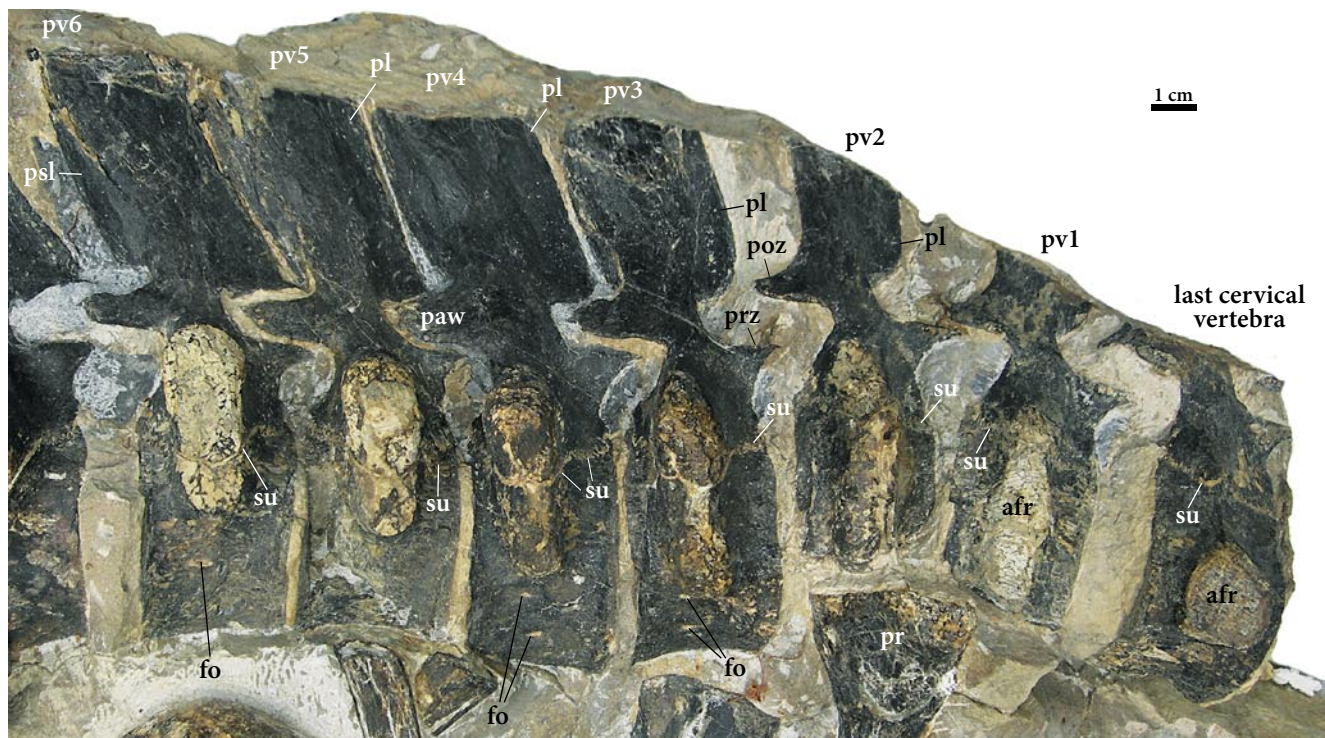



Fig. 12 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Pectoral vertebrae. Abbreviations: afr = articular facet for the rib; fo = foramen; paw = posterior (caudal) articular wedge; pl = prespinal lamina; poz = postzygapophysis; pr = pectoral rib; prz = prezygapophysis; psl = postspinal lamina; pv1-6 = pectoral vertebrae 1-6; su = neurocentral suture.
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Vertebre pettorali. Abbreviazioni: afr = faccetta articolare per la costola; fo = forame; paw = cuneo articolare posteriore (caudale); pl = lamina prespinale; poz = postzigapofisi; pr = costola pettorale; prz = prezigapofisi; psl = lamina postspinale; pv1-6 = vertebre pettorali 1-6; su = sutura neurocentrale.*

vertebrae. This vertebra is separated by the successive pectoral vertebra 1 by a relatively wide intervertebral space (12.5 mm long).

The horizontal articular facets of the zygapophyses and the tall and backward sloping neural spines of the cervical vertebrae suggest that the dorsal mobility of the neck was limited; the articular facets of the zygapophyses favoured instead the lateral movement.

Cervical ribs

The right ribs of cervical vertebrae 3-6 are still articulated with their centra; only the tubercula and capitula are preserved, while the shaft and processes were weathered away. The remains of at least other 13 cervical ribs can be identified on the slab. Most of them were disconnected from the sutural articulation with their centra (which is testified by the jagged margins of the tubercula and capitula; Fig. 11), but remained in the neck region. All ribs here referred to as cervicals have a distinct free cranial process, which has a triangular outline becoming more and more pointed moving caudally, and a long caudal process (the "posterior processes" of Sander et al. 1997). The shape of the ribs changes along the vertebral segment: the rib becomes longer and slender, due mainly to the elongation of the caudal process (Fig. 11). The distal end of the caudal process has "saw-cut" rugosities (sensu Sander et al. 1997), at least in some mid-cervical ribs (Fig. 11).

A bone labeled ?lr in Dalla Vecchia (2006, fig. 4, but the abbreviation is missing in the legend of the caption) is probably the last cervical rib by comparison with those of *Pistosaurus longaevus* (see Dietrich 2013, fig. 2C) and *Nothosaurus jagisteus* (see Rieppel 2001, fig. 6D). It was not described by Dalla Vecchia (2006) and it was not considered in his count of the cervical ribs. Unlike preceding cervical ribs, it has a single articular head, which is dorsoventrally elongate with finished margins (Fig. 10B1-2), thus its articulation on the centrum was not sutural. Its articular head corresponds with the articular facet for the rib on the last cervical vertebra (Fig. 10A). Like the other cervical ribs, it has a triangular cranial process and a posterior process; however, the latter is much longer and slender than in the other cervical ribs (Fig.11).

Pectoral vertebrae (Figs 12-13)

The last pre-sacral vertebra with the facet for the rib articulation occurring entirely on the centrum is followed by six vertebrae where the single articular facet for the rib is partly on the centrum and partly on the neural arch (Fig. 12). Their articular facet is quite different from those of the preceding cervical vertebrae. These vertebrae are transitional between the

Fig. 13 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Migration of the neurocentral suture at the pectoral-dorsal transition. The arrows indicate the sutures. Abbreviations: dv1-3 = dorsal vertebrae 1-3; fo = foramen; paw = posterior (caudal) articular wedge (postzygapophysis with two articular facets); pl = prespinal lamina; pv4-6 = pectoral vertebrae 4-6; tp = transverse process; uprz = upper prezygapophysis.
- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Migrazione della sutura neurocentrale alla transizione tra vertebre pettorali e dorsali. Le frecce indicano le suture. Abbreviazioni: dv1-3 = vertebre dorsali 1-3; fo = forame; paw = cuneo articolare posteriore (postzigapofisi con due faccette articolari); pl = lamina prespinale; pv4-6 = vertebre pettorali 4-6; tp = processo trasverso; uprz = prezigapofisi superiore.*

cervical vertebrae and the dorsal vertebrae where the single articular facet for the rib is totally on the neural arch. As said above, they were considered as pectoral vertebrae by Dalla Vecchia (2006). The count of the pectoral vertebrae of *Augustasaurus hagdorni* seems to be 4-5, but it is uncertain (Rieppel et al. 2002). *Yunguisaurus liae* has an unreported number of pectoral vertebrae that Sato et al. (2010) include in the cervical count. Ma et al. (2015) do not mention the presence of pectoral vertebrae in *Wangosaurus brevirostris*.

From pectoral vertebra 1 to 6 the neurocentral suture gradually 'migrates' ventrally on the transverse process and the latter decreases in dorsoventral height and slightly increases in craniocaudal length and in lateral extent (Figs 12 and 13).

The intervertebral spaces among the pectoral vertebrae are much shorter that the space between the last cervical and the first pectoral vertebra: they are 3.5 mm (pectorals 1-2), 4.2 mm (pectorals 2-3), 2 mm (pectorals 3-4), 3 mm (pectorals 4-5), and 2.2 (pectorals 5-6) mm long.

Small neurovascular foramina are randomly distributed in the pectoral vertebrae (Figs 12 and 13).

The peculiar articulation between the neural arches in post-cervical vertebrae of *Bobosaurus forojuliensis* was reported in detail by Dalla Vecchia (2006). The vertebrae from pectoral 3 to at least 'caudal' 13 do not have a 'simple' zygapophyseal pachyostosis: it is instead an unusual kind of zygapophyseal articulation that is not observed in any other sauropterygians (Fig. 14). Unfortunately, this articular complex can be seen only in lateral view, except than in the dorsal vertebra 12 (Fig. 21A) where the prezygapophyseal complex is exposed in cranial view. A further preparation done after the publication of Dalla Vecchia (2006) shows some more detail of this peculiar articulation in a few other vertebrae, but the fact is that the specimen would require much more preparation to describe the neural arches articulation in detail.

As a general rule, the postzygapophysis has a dorsal articular facet in addition to the usual ventral articular facet (Fig. 15B). Dalla Vecchia (2006) used the term "infrapostzygapophysis" for this surface following

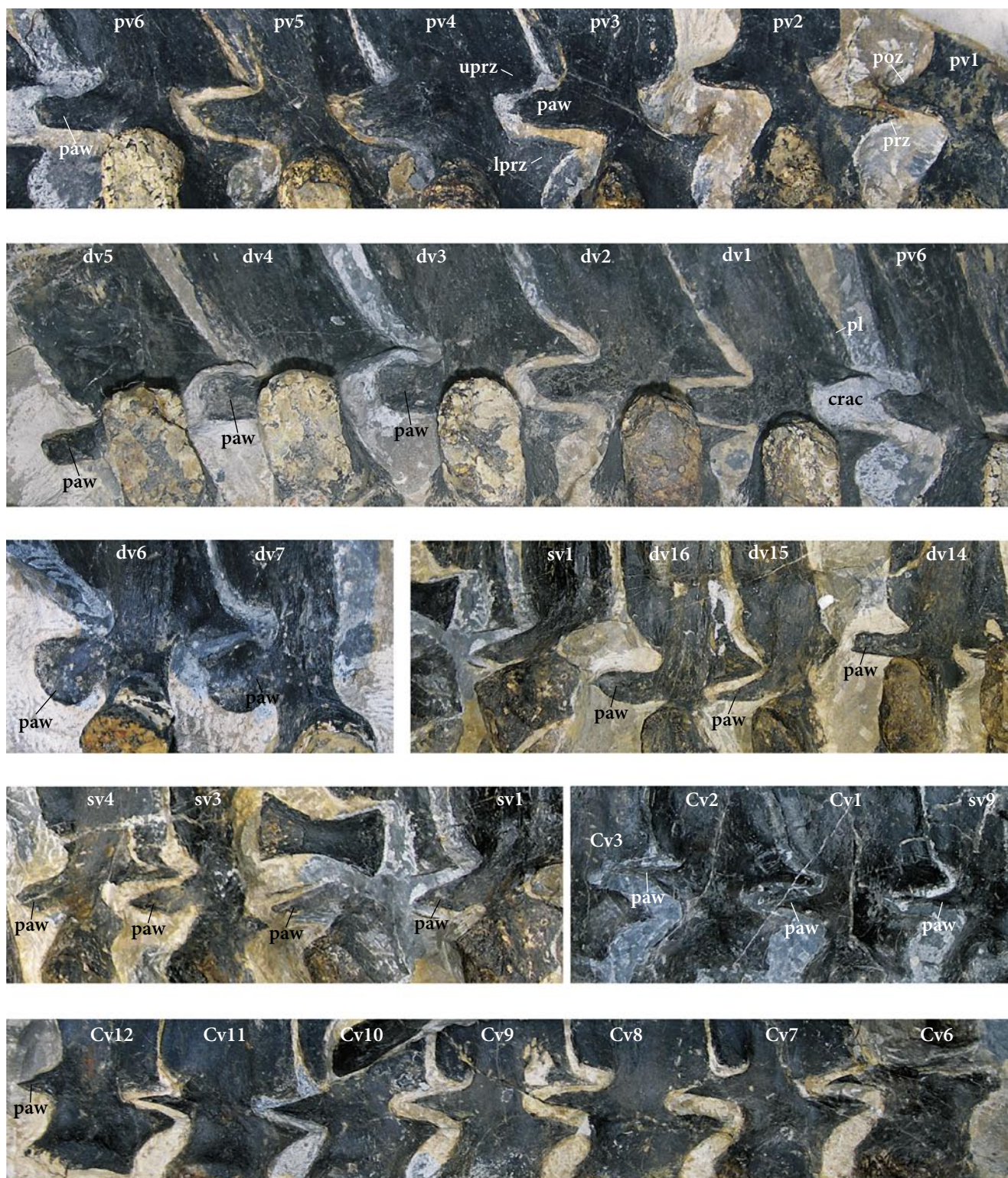



Fig. 14 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Neural arch articulation among post-cervical vertebrae. Cranio-caudal direction from the upper right to the lower left corners of the figure. Abbreviations: crac = cranial (anterior) articular cavity; Cv = 'caudal' vertebrae; dv = dorsal vertebrae; lprz = lower prezygapophysis; paw = posterior (caudal) articular wedge; pl = prespinal lamina; poz = postzygapophysis; prz = prezygapophysis; pv = pectoral vertebrae; sv = 'sacral' vertebrae; uprz = upper prezygapophysis. Not drawn to scale. As for scale, see the other figures of the post-cervical segments of the vertebral column.
\- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo Articolazione degli archi neurali nelle vertebre post-cervicali. La direzione cranio-caudale va dall'angolo in alto a destra a quello in basso a sinistra. Abbreviazioni: crac = cavità articolare craniale (anteriore); Cv = vertebre 'caudali'; dv = vertebre dorsali; lprz = prezigapofisi inferiore; paw = cuneo articolare posteriore (caudale); pl = lamina prespinale; poz = postzigapofisi; prz = prezigapofisi; pv = vertebre pettorali; sv = vertebre 'sacrali'; uprz = prezigapofisi superiore. Non in scala. Per quanto riguarda la scala si vedano le altre figure dei segmenti post-cervicali della colonna vertebrale.*

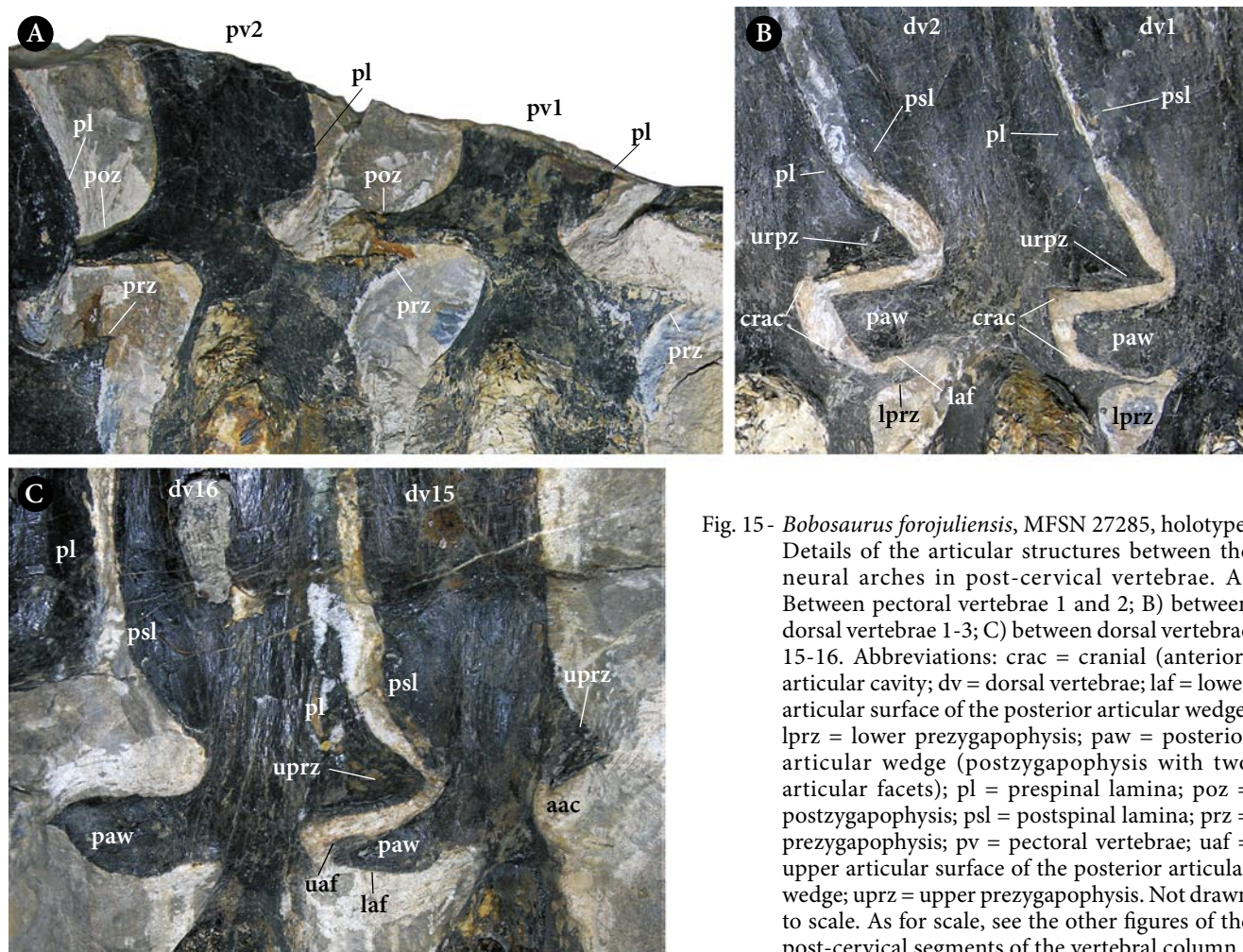



Fig. 15 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Details of the articular structures between the neural arches in post-cervical vertebrae. A) Between pectoral vertebrae 1 and 2; B) between dorsal vertebrae 1-3; C) between dorsal vertebrae 15-16. Abbreviations: crac = cranial (anterior) articular cavity; dv = dorsal vertebrae; laf = lower articular surface of the posterior articular wedge; lprz = lower prezygapophysis; paw = posterior articular wedge (postzygapophysis with two articular facets); pl = prespinal lamina; poz = postzygapophysis; psl = postspinal lamina; prz = prezygapophysis; pv = pectoral vertebrae; uaf = upper articular surface of the posterior articular wedge; uprz = upper prezygapophysis. Not drawn to scale. As for scale, see the other figures of the post-cervical segments of the vertebral column.

- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Dettagli delle strutture articolari tra gli archi neurali nelle vertebre post-cervicali. A) tra le vertebre pettorali 1 e 2; B) tra le vertebre dorsali 1-3; C) tra le vertebre dorsali 15-16. Abbreviazioni: crac = cavità articolare craniale (anteriore); dv = vertebre dorsali; laf = superficie articolare inferiore del cuneo articolare posteriore; lprz = prezigapofisi inferiore; paw = cuneo articolare posteriore (postzigapofisi con due faccette articolari); pl = lamina prespinale; poz = postzigapofisi; psl = lamina postspinale; prz = prezigapofisi; pv = vertebre pettorali; uaf = superficie articolare superiore del cuneo articolare posteriore; uprz = prezigapofisi superiore. Non in scala. Per quanto riguarda la scala si vedano le altre figure dei segmenti post-cervicali della colonna vertebrale.*

Rieppel (2000), but it is just a dorsal articular facet of the postzygapophysis. This additional dorsal facet articulates with a facet present ventrally on an expansion of the base of the broad prespinal lamina of the following vertebra (Fig. 15B; of course, the prespinal lamina bifurcates basally to form the two - right and left - articular expansions; Fig. 21A); for clarity, this additional cranial (anterior) structure (the infraprezygapophysis of Dalla Vecchia 2006) is reported here as 'upper prezygapophysis', while the 'normal' prezygapophysis is reported as 'lower prezygapophysis'. Therefore, the postzygapophysis is a caudally (posteriorly) oriented wedge that fits into the cranial (anterior) articular cavity of the following vertebra, which is bordered by the lower prezygapophysis ventrally and by the upper prezygapophysis dorsally (Fig. 15B). As far as it can be observed at the present state of preparation, the shape of the articular wedge (i.e., the postzygapophysis) changes along the vertebral column (Fig. 14).

The articulation between the last cervical vertebra and the first pectoral vertebra seems to be of the normal prezygapophysial-postzygapophysial type (Fig. 15A); the prespinal lamina has a rounded basal termination without any expanded articular structure. The upper prezygapophysis is surely developed in the pectoral vertebra 4 and the caudal articular wedges (only the right one is exposed) occur in the preceding pectoral vertebra 3 and has a sub-rectangular to trapezoidal outline in lateral view (Figs 12 and 14). This morphology is retained up to the dorsal vertebra 2 (Fig. 14). The orientation of the articular facets cannot be seen, but it was plausibly horizontal. Starting from dorsal vertebra 3, the lateral outline of the articular wedge becomes more rounded to heart-like and remains such at least up to dorsal vertebra 7 (Fig. 14), but possibly

up to dorsal vertebra 11. This change in morphology could be related with the change in inclination of the articular surfaces on the wedge (facing dorsomedially and ventromedially). In the dorsal vertebra 12 (Fig. 21A), the prezygapophyseal complex in cranial view shows horizontal articular surfaces that allowed only lateral movements. The posterior articular wedge of the following dorsal vertebra 13 has a sharp triangular outline in lateral view; the upper prezygapophysis of the dorsal vertebra 14 articulates on a caudomedial facet on the dorsal side of the wedge. The posterior articular wedge of the dorsal vertebra 14 has, again, a sub-rectangular outline in lateral view (Fig. 14). The posterior articular wedge of the dorsal vertebra 15 is like that of dorsal vertebra 13 and its articulation with the following dorsal vertebra 16 is of the same type (Figs 14 and 15C). The posterior articular wedge of the dorsal vertebra16 has a peculiar, sub-rectangular outline with a caudal point in lateral view (Fig. 15C). The following vertebrae have an articulation like that of dorsal vertebra 13 up to 'caudal' vertebra 13: the articular wedge has a sharp triangular outline in lateral view and the upper prezygapophysis of the following vertebra just overlaps it caudomedially (Fig. 14). The articular surfaces are not fully exposed, but they appear to be more complex than the simple horizontal type and possibly limited the vertebral movement in every direction. Probably, the changes in the morphology of the articular joints along the vertebral column correspond with a diverse mobility of the vertebrae in the different segments. The study of the morphofunctional implications of these changes are beyond the scope of this paper.

Pectoral ribs

At least two ribs are related to the pectoral series and were probably articulated to the pectoral vertebrae 2 and 3, being associated with them (Fig. 16). Their single articular heads are greatly expanded dorsoventrally (unlike the articular heads of the dorsal vertebrae; see below) and distinctly fan-like; they correspond with the dorsoventrally elongated transverse processes of the proximal pectoral vertebrae. The proximal part of the shaft of the rib is curved; the distal segment is still inside the rock.

Dorsal vertebrae (Figs 17-21)

The vertebrae with the articular facet for the rib entirely on the neural arch, (i.e., the corresponding transverse process is formed largely or completely by the neural arch) were considered dorsal vertebrae by Dalla Vecchia (2006). Under this assumption, *Bobosaurus forojuliensis* has 16 dorsal vertebrae (but see below). The count is 21 in *Augustasaurus hagdorni* (see Sander et al. 1997; probably this count is inclusive of the pectoral vertebrae); *Pistosaurus longaevus* has at least 20 dorsal vertebrae (Sues 1987). *Yunguisaurus liae*

Fig. 16 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Pectoral ribs 2 and 3.
- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Costole pettorali 2 e 3.*

and *Wangosaurus brevirostris* have 23 (Sato et al. 2010) and 16 (Ma et al. 2015) dorsal vertebrae, respectively. However, those counts cannot be compared with that reported here for *Bobosaurus forojuliensis*, because of the different definition of 'sacral' vertebrae given for those taxa (see below).

The intervertebral space between the last pectoral vertebra and the first dorsal vertebra is again broader (13 mm long) than the intervertebral spaces between the adjacent pectoral vertebrae and those between the dorsal vertebrae 1-5 (3 mm between dorsal vertebrae 1-2; 4 mm between dorsal vertebrae 2-3; 2.5 mm between dorsal vertebrae 3-4; and 1.7 mm between dorsal vertebrae 4-5).

The arched groove crossing diagonally the right lateral side of the centrum of all dorsals from the caudal dorsal corner to the mid-ventral margin, mentioned by Dalla Vecchia (2006), is shown in Fig. 18C, but can be seen also in Figs 13, 17 and 19-20.

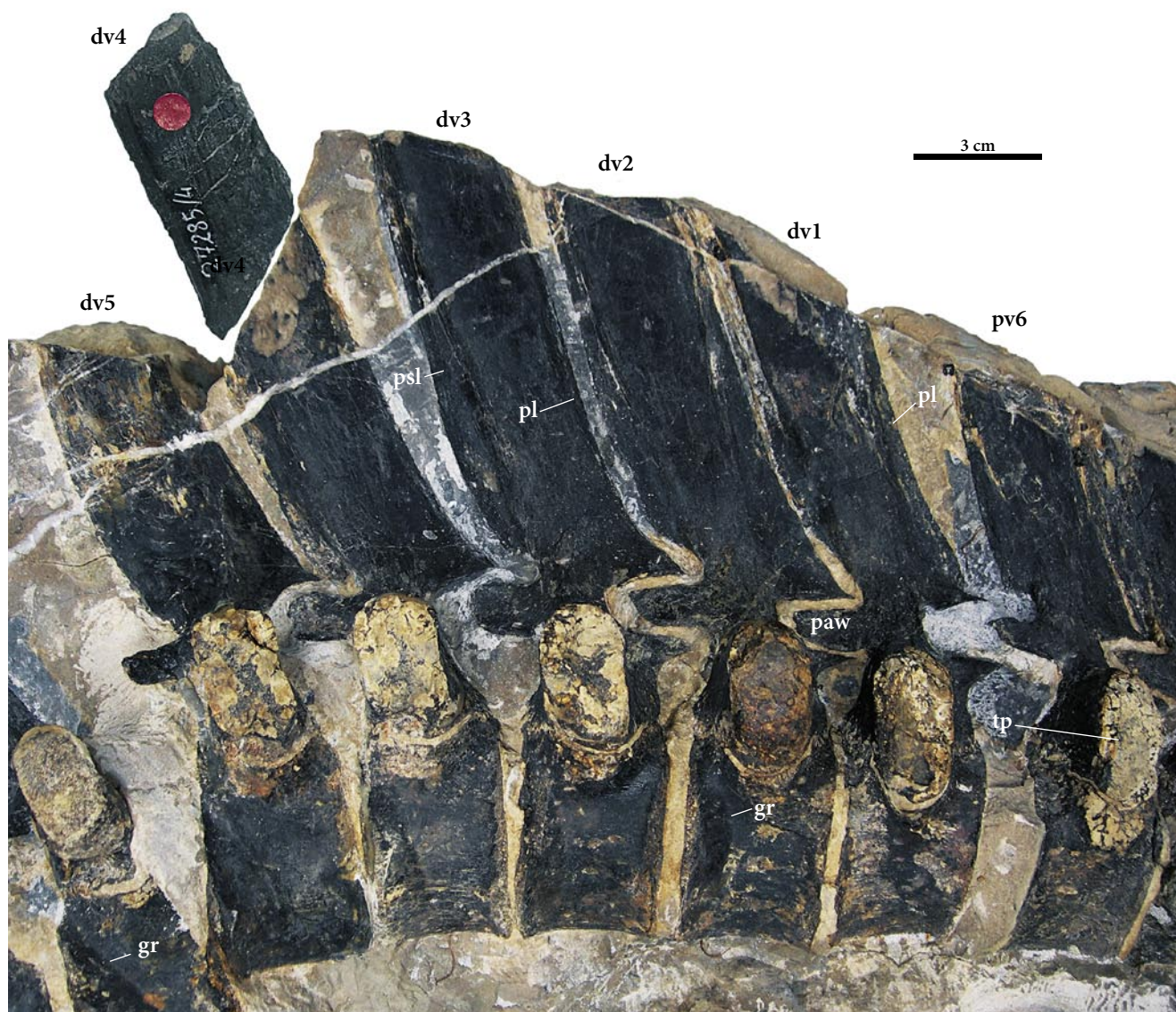



Fig. 17 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Proximal dorsal vertebrae. Abbreviations: dv1-5 = dorsal vertebrae 1-5; gr = groove; paw = posterior articular wedge; pl = prespinal lamina; psl = postspinal lamina; pv4-6 = pectoral vertebra 6; tp = transverse process.
- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Vertebre dorsali prossimali. Abbreviazioni: dv1-5 = vertebre dorsali 1-5; gr = solco; paw = cuneo articolare posteriore; pl = lamina prespinale; psl = lamina postspinale; pv6 = vertebra pettorale 6; tp = processo trasverso.*

Centra are shallowly amphicoelous. The sutural facets receiving the pedicels of the neural arch on the dorsal surface of centrum are expanded into a cruciform or 'butterfly-shaped' platform that can be seen in centra 10 and 11 (Fig. 19A).

Very small neurovascular foramina occurs in the dorsal centra 1, 3 and 13-16 (Figs 13 and 23).

The ventral-dorsal-ventral migration of the neurocentral suture on the transverse process in the pectoral to 'sacral' vertebrae can be seen in Figs 12, 13, 17, 18A, 19, 23 and 24. Correspondingly, the articular facet for the rib migrates from the neural arch (dorsal vertebrae) to the centrum ('sacral' vertebrae).

Transverse processes of dorsal vertebrae are moderately elongated and projecting (Figs 19-21); at least some of them are similar to those of *Pistosaurus longaevus* (Fig. 21B; cf. Diedrich 2013, fig. 16A). The articular surface for the rib on the transverse processes is not evenly rounded, but always dorsoventrally higher than craniocaudally long, although not as in the pectoral vertebrae. The distal end of the transverse processes is not much thickened (Figs 20 and 21), but some processes slightly flares dorsoventrally distally (Fig. 21B).

The shape, caudal inclination and laminae of the peculiar neural spines of the dorsal vertebrae of *Bobosaurus forojuliensis* can be can be seen in Figs 17, 18A, 19, 20 and 23.

The complete neural spine of dorsal vertebra 4 (the first complete of the dorsal vertebrae) is 127 mm tall (apico-basal length). The upper half of this spine is detached from the lower half, is stored separately and

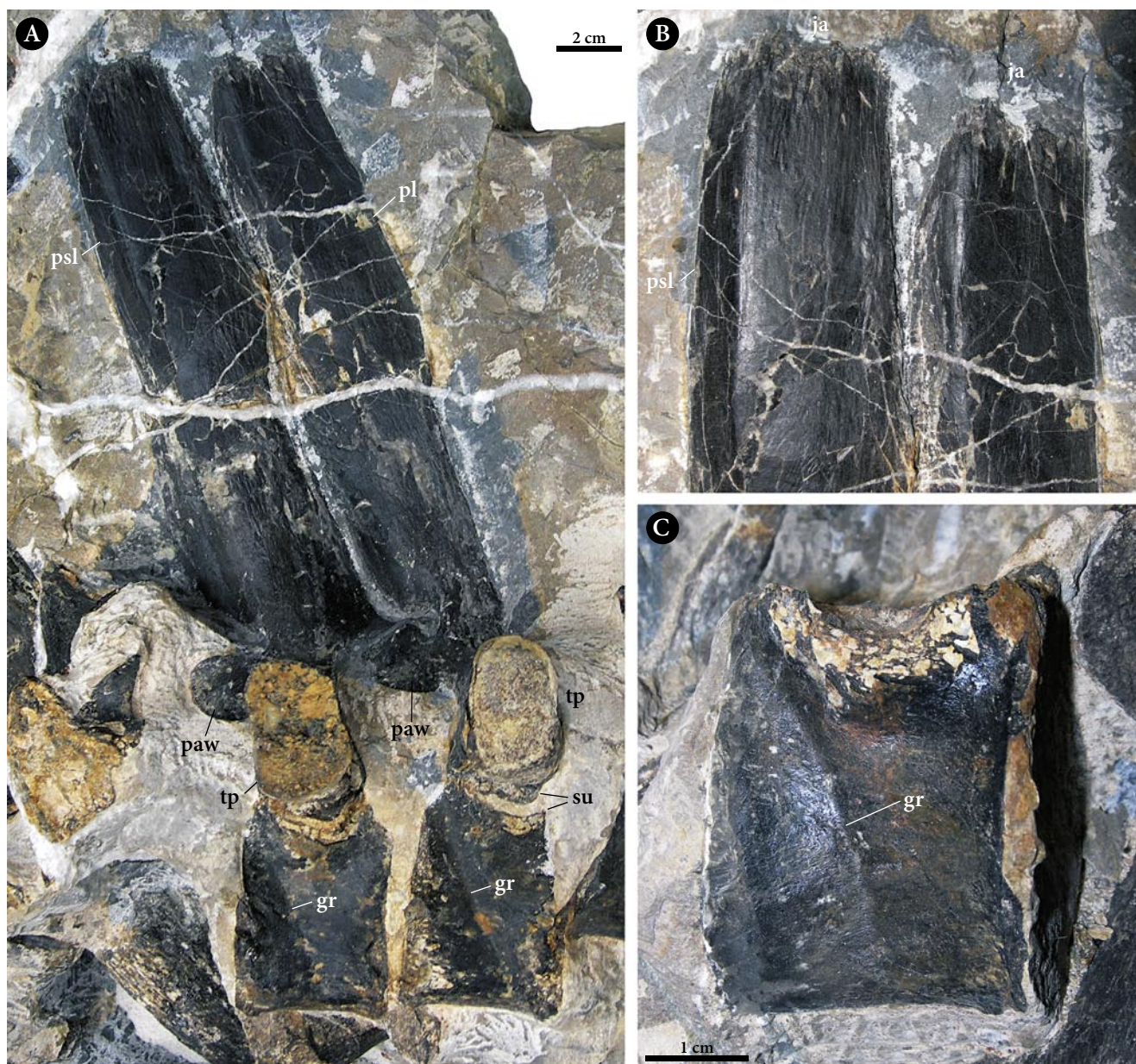



Fig. 18 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. The dorsal vertebrae 6 and 7 and their structures. A) The two vertebrae in right lateral view; B) particular of the upper part of the neural spines; and C) particular of the diagonal groove on the lateral side of the centrum (dorsal vertebra 11). Abbreviations: gr = groove; ja = jagged apex of the neural spines; paw = posterior articular wedge; pl = prespinal lamina; psl = postspinal lamina; tp = transverse process; su = neurocentral suture.

- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Le vertebre dorsali 6 e 7 e le loro strutture. A) le due vertebre in vista laterale; B) particolare della parte superiore delle spine neurali; C) particolare del solco diagonale sulla faccia laterale del centro (vertebra dorsale 11). Abbreviazioni: gr = solco; ja = apice sfrangiato delle spine neurali; paw = cuneo articolare posteriore; pl = lamina prespinale; psl = lamina postspinale; tp = processo trasverso; su = sutura neurocentrale.*

Fig. 19 - [Following page] *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. The dorsal vertebrae 6-16 and the 'sacral' vertebrae 1-6. A) The segment with dorsals 6-13; B) the segment with dorsal 12-'sacral' 6. The centrum of the dorsal vertebra 10 was removed to expose the entepicondyle of the humerus; the centrum of dorsal vertebra 9 is preserved at the slab margin and falls outside the upper part of figure A. Abbreviations: cdv11= centrum of the dorsal vertebra 11; dr = dorsal rib; dv5-16 = dorsal vertebrae 5-16; g = gastrale; h = humerus; lprz = lower prezygapophysis; nsdv8-11 = neural spine of the dorsal vertebrae 8-11; paw = posterior articular wedge; ph = phalanx; pl = prespinal lamina; prz = prezygapophysis; psl = postspinal lamina; sv = 'sacral' vertebra; tp = transverse process; uprz = upper prezygapophysis.

- [a destra] Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Le vertebre dorsali 6-16 e le vertebre 'sacrali' 1-6. A) il segmento con le dorsali 6-13; B) il segmento con la dorsale 12-'sacrale' 6. Il centro della vertebra dorsale 10 è stato rimosso per visualizzare l'epicondilo dell'omero; il centro della vertebra dorsale 9 è conservato nel margine della lastra e ricade fuori della parte superiore della figura A. Abbreviazioni: cdv11= centro della vertebra dorsale 11; dr = costola dorsale; dv5-16 = vertebre dorsali 5-16; g = gastrale; h = omero; lprz = prezigapofisi inferiore; nsdv8-11 = spine neurale delle vertebre dorsali 8-11; paw = cuneo articolare posteriore; ph = falange; pl = lamina prespinale; prz = prezigapofisi; psl = lamina postspinale; sv = vertebra 'sacrale'; tp = processo trasverso;* uprz = prezigapofisi superiore.

A
1 cm
nsdv8
dv12
dv13
nsdv11
nsdv10
dv8
dv14
dr
nsdv9
pl
dv7
dv6
dv5
cdv11
h

B
1 cm
dv14
dv13
dv15
dv12
sv1
sv2
dv16
dr
sv3
g
dr
pl
sv5
psl
sv6
ph
paw
tp
dr
tp
sv4
uprz
lprz
dr

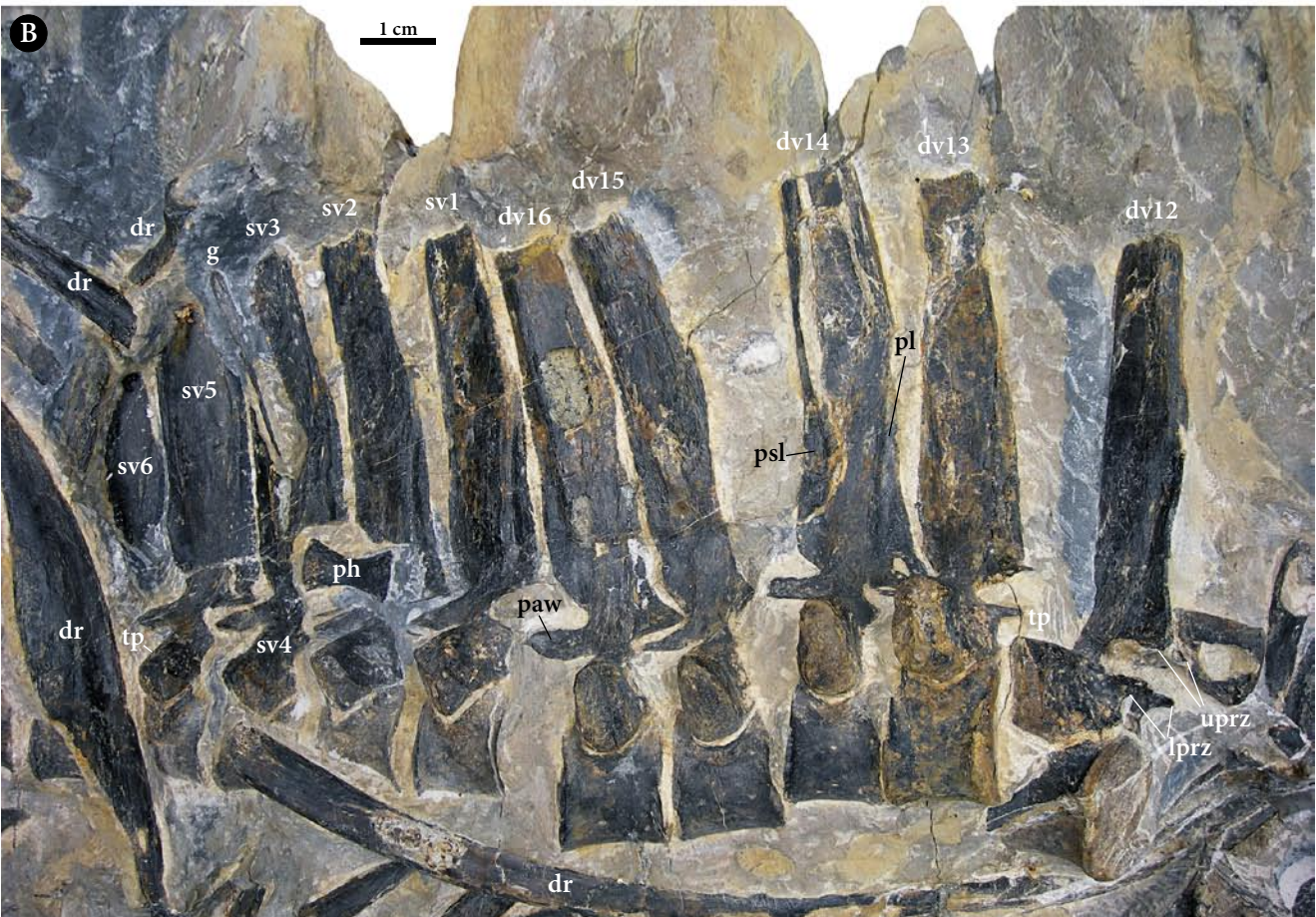



Fig. 20 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. The last five dorsal vertebrae and the first 'sacrals' in perspective view. Abbreviations: ipzl = lateral prespinal lamina (infraprezygapophysial lamina of Dalla Vecchia 2006); lprz = lower prezygapophysis; nc = neural canal; pl = prespinal lamina; tp = transverse process; uprz = upper prezygapophysis. For scale see Fig. 19.
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Le ultime vertebre dorsali e le prime 'sacrali' in vista prospettica. Abbreviazioni: ipzl = lamina prespinale laterale (lamina infraprezigapofisiale di Dalla Vecchia 2006); lprz = prezigapofisi inferiore; nc = canale neurale; pl = lamina prespinale; tp = processo trasverso; uprz = prezigapofisi superiore. Per la scala si veda la Fig. 19.*

is not present in the figures of this paper (excluding Fig. 17 where it was added).

The apex of the neural spine, at least in mid-dorsal vertebrae, is jagged (Fig. 18B) or concave (Fig. 23) in lateral view.

There is a certain degree of variability in the lamination pattern of the neural arches of the dorsal vertebrae that cannot be fully appreciated because the arches are mostly still surrounded by rock and mostly show the right lateral side only. Dalla Vecchia (2006) based his description of the prespinal and 'suprainfrazygapophyseal' laminae (Dalla Vecchia 2006, fig. 10B) mainly on the dorsal vertebra 12, which is exposed in cranial view (see Figs 20 and 21A). Actually, the scarcely developed 'suprainfrazygapophyseal' laminae do not originate or reach the 'suprainfrazygapophysis (here upper prezygapophysis), thus a more appropriate definition would be 'lateral prespinal laminae'.

As anticipated above, the prespinal lamina (which has a median position with respect to the 'lateral prespinal laminae) seems to divide basally to reach each of the two upper prezygapophyses with a short but distinct ramus (Fig. 21A; see also Dalla Vecchia 2006, fig. 10B). However, the prespinal lamina of dorsal vertebra 1 seems to be median and distinct with respect to the upper prezygapophysis (Fig. 13).

Dorsal ribs

The rib cage is disarticulated and some of the dorsal ribs have shifted caudally and dorsally. The slab surface contains remains of 21-23 dorsal ribs. Some of them can be seen in Fig. 22.

The shafts of the dorsal ribs do not flare distally like in *Simosaurus* (Dalla Vecchia 2008) and do not show pachyostosis. Unlike the 'uncinate' processes described by Klein & Sichelschmidt (2014), the 'uncinate' processes in the dorsal ribs of *Bobosaurus forojuliensis*

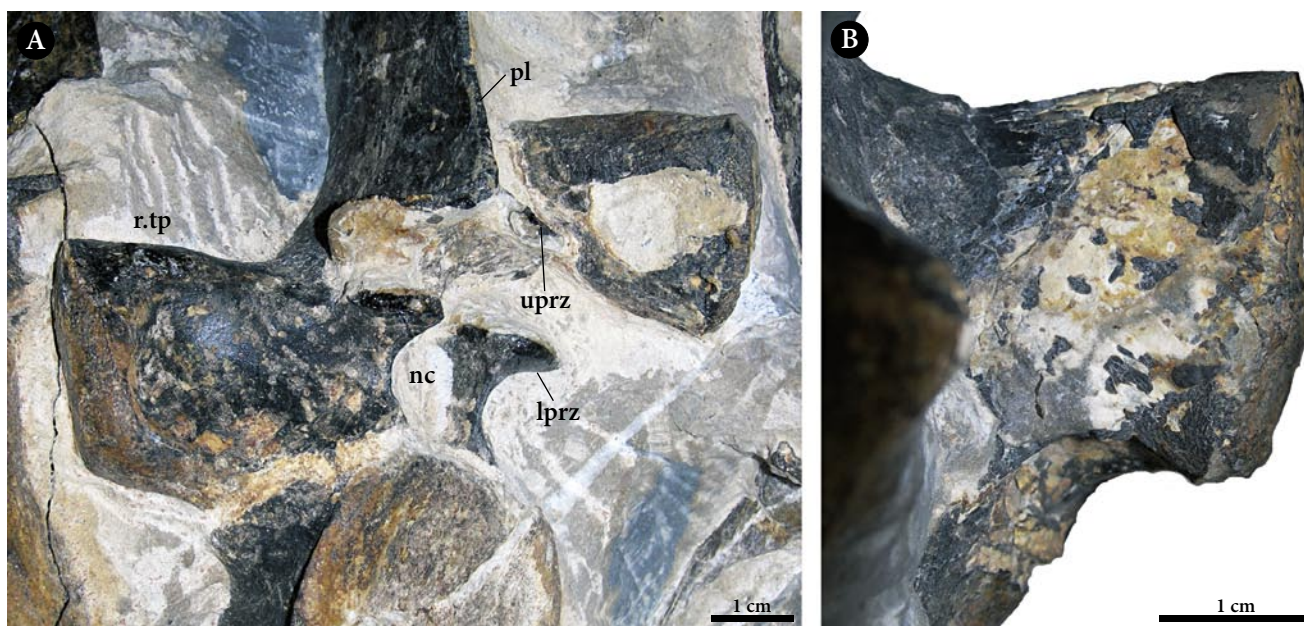



Fig. 21 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Transverse processes of the dorsal vertebrae. A) Dorsal vertebra 12; B) right transverse process of dorsal vertebra 7 in caudal view. Abbreviations: lprz = lower prezygapophysis; nc = neural canal; pl = prespinal lamina; r = right; tp = transverse process; uprz = upper prezygapophysis.
- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Processi trasversi delle vertebre dorsali. A) vertebra dorsale 12; B) processo trasverso destro della vertebra dorsale 7 in vista caudale. Abbreviazioni: lprz = prezigapofisi inferiore; nc = canale neurale; pl = lamina prespinale; r = destro; tp = processo trasverso; uprz = prezigapofisi superiore.*

Fig. 22 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Dorsal ribs. Abbreviations: ah = single articular head of the dorsal rib; Cr = caudal rib; Cv = 'caudal' vertebra; sh = shaft of the dorsal rib; sr = sacral ribs; sv = 'sacral' vertebra; up = 'uncinate' process of the dorsal rib.
- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Costole dorsali. Abbreviazioni: ah = testa articolare singola della costola dorsale; Cr = costola caudale; Cv = vertebra 'caudale'; sh = diafisi della costola dorsale; sr = costola sacrale; sv = vertebra 'sacrale'; up = processo 'uncinato' della costola dorsale.*

Fig. 23 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. The dorsal-'sacral' transition. The arrows point to the neurocentral suture that migrates downward on the centrum. Abbreviations: dv13-16 = dorsal vertebrae 13-16; fo = foramen; paw = posterior articular wedge; pl = prespinal lamina; psl = postspinal lamina; sv1-2 = 'sacral' vertebra 1-2; tp = transverse process.
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. La transizione dorso-'sacrale'. Le frecce indicano la sutura neurocentrale che migra verso il basso sul centro vertebrale. Abbreviazioni: dv13-16 = vertebre dorsali 13-16; fo = forame; paw = cuneo articolare posteriore; pl = lamina prespinale; psl = lamina postspinale; sv1-2 = vertebre 'sacrali' 1-2; tp = processo trasverso.*

are developed at about mid-shaft and are long and relatively craniocaudally narrow flanges along the caudal sides of the ribs (Fig. 22). *Pistosaurus longaevus* (see Gleissner 1895; Diedrich 2013), *Augustasaurus hagdorni* (see Sander et al. 1997), *Yunguisaurus liae* (see Sato et al. 2010, 2014) and *Wangosaurus brevirostris* (see Ma et al. 2015) do not have 'uncinate' processes in their dorsal ribs.

'Sacral' vertebrae (Figs 23-24)

Dalla Vecchia (2006) referred to as 'sacrals' the post-pectoral vertebrae with the articular facet for the rib partly on the centrum partly on the neural arch (i.e., the articular facet for the rib is cut by the neurocentral suture), following Brown (1981). Under this assumption, *Bobosaurus forojuliensis* has nine 'sacral' vertebrae. This segment is not well-exposed and 'sacral' vertebrae 5 and 6 are still mostly concealed by rock. The transition from dorsal to 'sacral' vertebrae so defined is gradual (Fig. 23); only a very small portion of the articular facet is on the centrum in the first 'sacral' vertebra. Of course, *Bobosaurus forojuliensis* does not

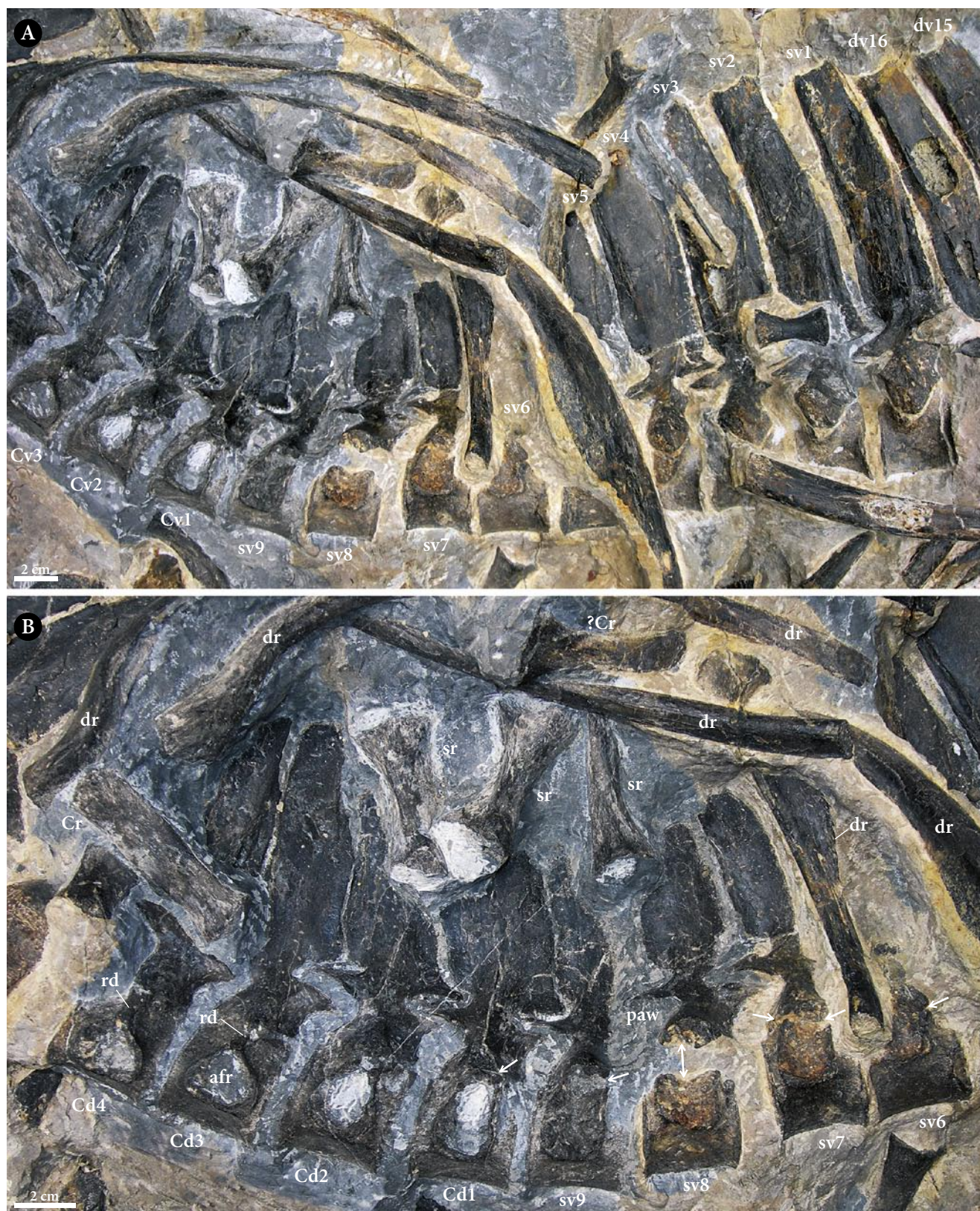



Fig. 24 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. The 'sacral' segment of the vertebral column. A) The whole segment and the adjacent dorsal and 'caudal' vertebrae; B) detail of the 'sacro-caudal' transition. Arrows point to the neurocentral suture. Abbreviations: afr = articular facet for the rib; Cr = caudal rib; Cv1-4 = 'caudal' vertebrae 1-4; dr = dorsal rib; dv13-16 = dorsal vertebrae 13-16; paw = posterior articular wedge; rd =ridge; sr = sacral rib; sv1-9 = 'sacral' vertebra 1-9.

- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Il segmento 'sacrale' della colonna vertebrale. A) l'intero segmento e le vertebre dorsali e 'caudali' adiacenti; B) dettaglio della transizione 'sacro-caudale'. Le frecce indicano la sutura neurocentrale. Abbreviazioni: afr = facetta articolare per la costola; Cr = costola caudale; Cv1-4 = vertebre 'caudali' 1-4; dr = costola dorsale; dv13-16 = vertebrae dorsali 13-16; paw = cuneo articolare posteriore; rd =cresta; sr = costola sacrale; sv1-9 = vertebre 'sacrali' 1-9.*

have nine true sacral vertebrae, but the actual number of true sacral vertebrae cannot be known, because their corresponding sacral ribs are not still articulated to them. In fact, the only way to know which are the true sacral vertebrae is by their association with the sacral ribs, which are usually expanded at their extremities and articulate with the ilia. Only one isolated sacral vertebra with a fused rib having expanded extremities is referred to *Pistosaurus longaevus* (see Diedrich 2013); the sacrum is unknown in *Augustasaurus hagdorni* (see Sander et al. 1997; Rieppel et al. 2002). The four sacral vertebrae of *Wangosaurus brevirostris* are identified based on their articulated ribs, which are robust and distally expanded (Ma et al. 2015). Sato et al. (2010) do not explain on which bases the three sacral vertebrae are identified in *Yunguisaurus liae*; Sato et al. (2014, p. 6) based their identification on the presence of ribs with "wide" distal ends and on the observation that "the combined width of the three ends on the left side is only slightly narrower than the sacral end of the ilium".

Three parallel ribs in a row (Fig. 24B) are plausibly sacral ribs because of their expanded distal extremities, but they occur in correspondence of the last two 'sacral' vertebrae and the first 'caudal' vertebra. If they are in their original anatomical position, then *Bobosaurus forojuliensis* would have at least three sacral and 23 dorsal vertebrae (like *Yunguisaurus liae*). Dalla Vecchia (2006) tentatively identified other four bones as sacral ribs. If this is correct, *Bobosaurus forojuliensis* would have four sacral vertebrae (but see below). In the case that the three sacral ribs are shifted backward from their original position (this was the interpretation by Dalla Vecchia 2006), it is possible that only the middle three or four of the nine 'sacral' vertebrae (thus, 'sacrals' 4-6, or 4-7/3-6) are true sacrals. However, according to Dalla Vecchia (2006), the true sacral vertebrae are probably the 'sacrals' 7-9 (with the possible addition of 'sacral' vertebra 6, if *Bobosaurus forojuliensis* has four sacral vertebrae), based on the morphology of the articular facets for the ribs compared to those in the sacral vertebrae of the plesiosaur *Cryptoclidus* figured by Brown (1981) (in 'sacrals' 6-9 of MFSN 27285, the articular facets occupy most of the lateral surfaces of the centra, are concave and have each a median dorsoventral groove; Fig. 24B). In that case, *Bobosaurus forojuliensis* would have 21-22 dorsal vertebrae.

The centra of the 'sacral' vertebrae have neurovascular foramina like the last dorsal vertebrae (Fig. 23).

The shape of the tall neural spines of the 'sacral' vertebrae can be seen in Figs 23 and 24.

Sacral ribs

As discussed above, sacral ribs are usually identified based on their expanded extremities. *Bobosaurus forojuliensis* seems to have at least three sacral ribs per side, which were sutured and not fused to their respective vertebrae. The row of three sacral ribs detached, but close to the vertebrae mentioned above is shown in Fig. 25A. As anticipated above, Dalla Vecchia (2006) tentatively identified other four bones as sacral ribs. One of them can be observed in Fig. 25A and is shown in detail also in Fig. 28E. Dalla Vecchia (2006) referred with doubt that rib as a sacral rib, mostly because of its position and distinct morphology from the caudal ribs, although it is unexpanded at one extremity; its referral will be discussed below in the description of the caudal ribs. Other two purported sacral ribs are fragmentary. The only well-preserved and exposed is that in Fig. 25B.

In Fig. 25A, the three sacral ribs in a row are indicated with the letters *a-c*, with *a* the most cranial and *c* the most caudal of the three. Ribs *b* and *c* have both extremities expanded; the extremity toward the vertebra of rib *a* is expanded, while the other extremity was considered as "unexpanded" by Dalla Vecchia (2006), but it is actually still covered by rock, therefore it could be expanded too. As rib *a* is very similar to the other two associated ribs, it is plausibly a sacral rib too, not the last "lumbar" as alternatively proposed by Dalla Vecchia (2006). These three ribs are probably from the right side because of their position on the right side of the vertebral column. One of the expanded extremities of the better exposed isolated sacral rib (Fig. 25B) is forked (bifid) with a central groove separating two rough articular facets; this bifid extremity occurs also in the sacral rib *b* of the string and it is the iliac extremity. The articular facet of the opposite expanded extremity (which can be observed in the rib of Fig. 25B) fits into the articular facet for the rib in the 'sacral' vertebra 9.

The still articulated sacral ribs of *Yunguisaurus liae* (NMNS 004529/F003862) appear to be scarcely expanded at the extremities in dorsal view, but these are mostly damaged (Sato et al. 2010, fig. 8); those of specimen ZMNH M8738 (figured by Sato et al. 2014, fig. 8C-D) appear to be more slender than those of *Bobosaurus forojuliensis*. Ma et al. (2015) do not describe the sacral ribs of *Wangosaurus brevirostris* in detail. In the sacral vertebra referred to *Pistosaurus longaevus* by Diedrich (2013, fig. 13K), the rib is fused with the centrum and its extremities are dorsoventrally expanded. The expansion of the extremities is dorsoventral also in *Simosaurus gaillardoti* and the rough and thicker extremity is the iliac one (see Rieppel 1994, fig. 20A-C and F).

'Caudal' vertebrae (Figs 24 and 26-27)

As the actual sacral vertebrae cannot be unambiguosly identified, also the beginning of the caudal segment remains dubious. Consequently, Dalla

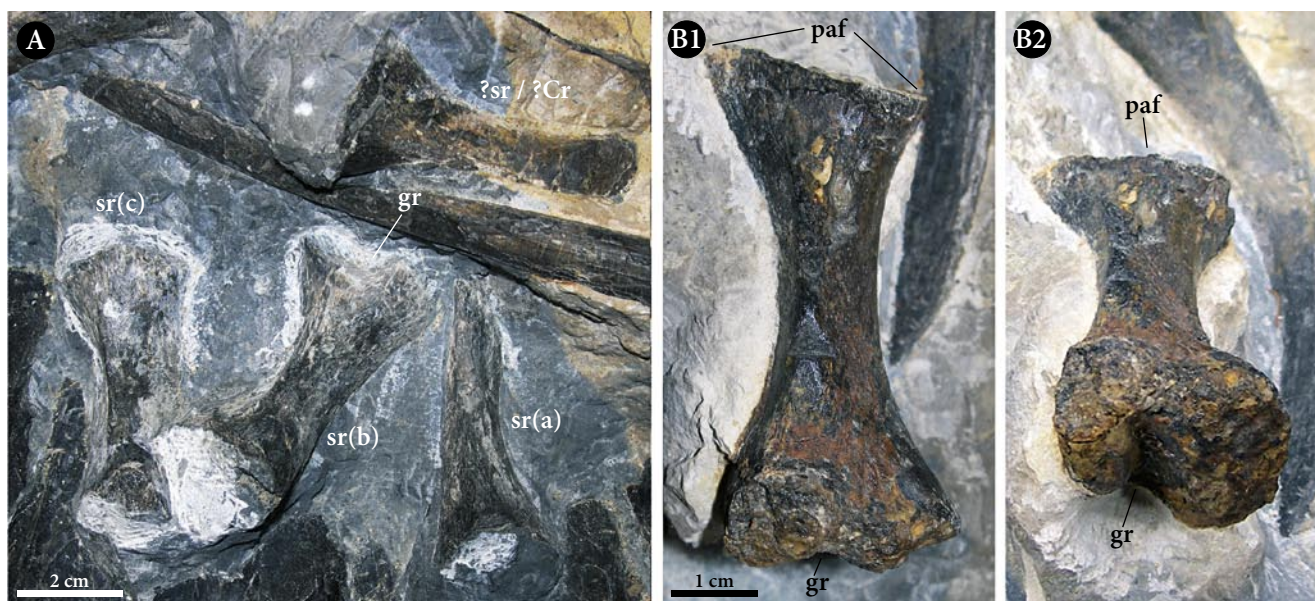



Fig. 25 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Sacral ribs. A) Three associate sacral ribs, probably right elements; B) isolate sacral rib, in cranial or caudal view (B1) and in latero-cranial or latero-caudal view (B2). The proximal extremity in B1 is the original one (i.e., it is not cut or damaged). Abbreviations: gr = groove; paf = proximal articular facet; sr(a-c) = sacral ribs (a-c), alphabetical order corresponds to the cranio-caudal position.

- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Costole sacrali. A) tre costole sacrali associate, probabilmente destre; B) costola sacrale isolata in vista craniale o caudale (B1) e in vista latero-craniale o latero-caudale (B2). L'estremità prossimale in B1 è quella originale, vale a dire che non è tagliata o danneggiata. Abbreviazioni: gr = solco; paf = faccetta articolare prossimale; sr(a-c) = costole sacrali (a-c), l'ordine alfabetico corrisponde alla posizione cranio-caudale delle costole.*

Fig. 26 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Proximal caudal vertebrae. Abbreviations: afr = articular facet for the rib; Cv 6-12 = caudal vertebrae 6-12; dr = dorsal rib; hf = haemapophysial facet; hm= haemapophysis; lprz = lower prezygapophysis; paw = posterior articular wedge; pl = prespinal lamina; psl = postspinal lamina; su = neurocentral suture; uprz = upper prezygapophysis.

- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Vertebre caudali prossimali. Abbreviazioni: afr = faccetta articolare per la costola; Cv 6-12 = vertebre 'caudali' 6-12; dr = costola dorsale; hf = facetta articolare per l'emapofisi; hm= emapofisi; lprz = prezigapofisi inferiore; paw = cuneo articolare posteriore; pl = lamina prespinale; psl = lamina postspinale; su = sutura neurocentrale; uprz = prezigapofisi superiore.*

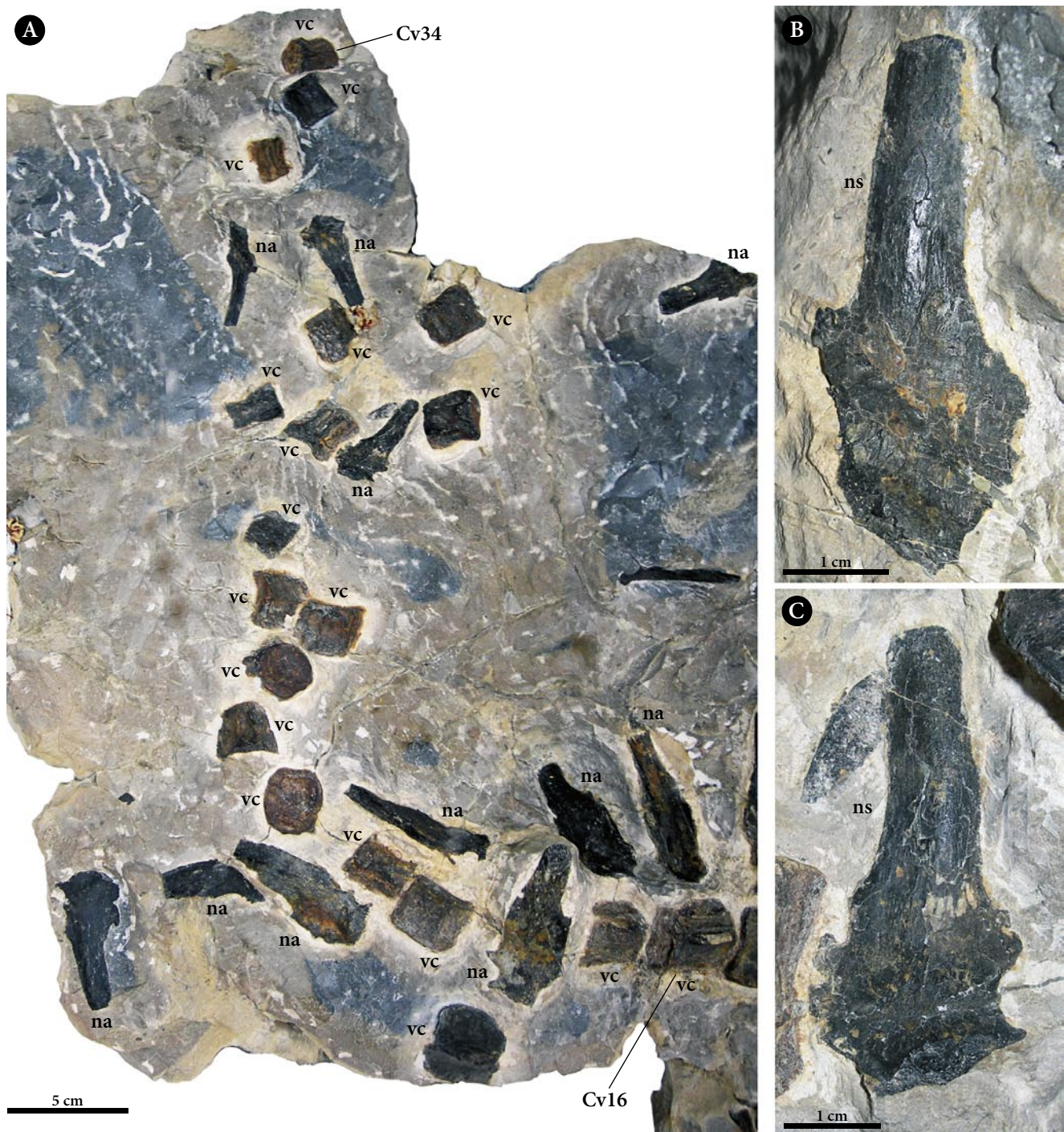



Fig. 27 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Middle-distal caudal vertebrae. A) Panoramic view of the distal preserved portion of the tail; B-C) detail of two isolated neural arches. Abbreviations: Cv = caudal vertebrae; na = neural arch; ns = neural spine; vc = vertebral centrum.

- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Vertebre caudali medio-distali. A) panoramica della porzione distale della parte conservata della coda; B-C) dettaglio di due archi neurali isolati. Abbreviazioni:* Cv = vertebre caudali; *na = arco neurale; ns = spina neurale; vc = centro vertebrale.*

Vecchia (2006) considered as 'caudal' vertebrae those with the articular facet for the rib that sits wholly on the centrum, following (Brown 1981). As I said above, the first 'caudal' vertebra might be the last true sacral vertebra.

The preserved 'caudal' vertebrae are 38, including four small distal elements scattered on the slab (Dalla Vecchia 2006). The articulated segments 1-4 (Fig. 24) and 6-12 (Fig. 26) are separated by a gap containing the isolated 'caudal' vertebra 5 (Fig. 1); the segment following 'caudal' 12 is more disarticulated (Fig. 27A).

The details of the 'caudal' vertebrae described by Dalla Vecchia (2006) can be observed in Figs 24, 26 and 27. Fig. 27B-C shows the neural arches of the

mid-distal caudal vertebrae in detail. The neural spines slightly taper apically, as it is the case of the apical half of the spines of all 'caudal' vertebrae (Figs 24 and 26). The articular structures in neural arches of mid-distal caudal vertebrae are not clearly identifiable.

Projecting posterior facets for the haemapophyses are visible only in 'caudal' vertebrae 7-10 in lateral view (Fig. 26). Haemapophyseal facets are probably present also in the successive centra, but they cannot be seen because they are concealed by rock.

Caudal ribs

Five to seven caudal ribs, all disarticulated and scattered, were identified by Dalla Vecchia (2006). The uncertainty in the number is caused by the possible confusion between proximal caudal and 'lumbar' ribs when they are not connected with their relative vertebrae.

Dalla Vecchia (2006) referred a slender and curved element (Fig. 28A) as a possible first caudal rib by comparison with the "anterior" caudal rib of *Simosaurus gaillardoti* figured by Rieppel (1994, fig. 20D), underlining, however, that it could alternatively be a 'lumbar' rib (the element is marked with an asterisk in Dalla Vecchia 2006, fig. 4). This latter identification is supported by the comparison with *Wangosaurus brevirostris* (see Ma et al. 2015, fig. 1), but the comparison with *Yunguisaurus liae* supports the first identification (Sato et al. 2014; the first caudal rib is recurved in fig. 8C).

Most of the caudal ribs from proximal positions have long, straight and dorsoventrally flat shafts with

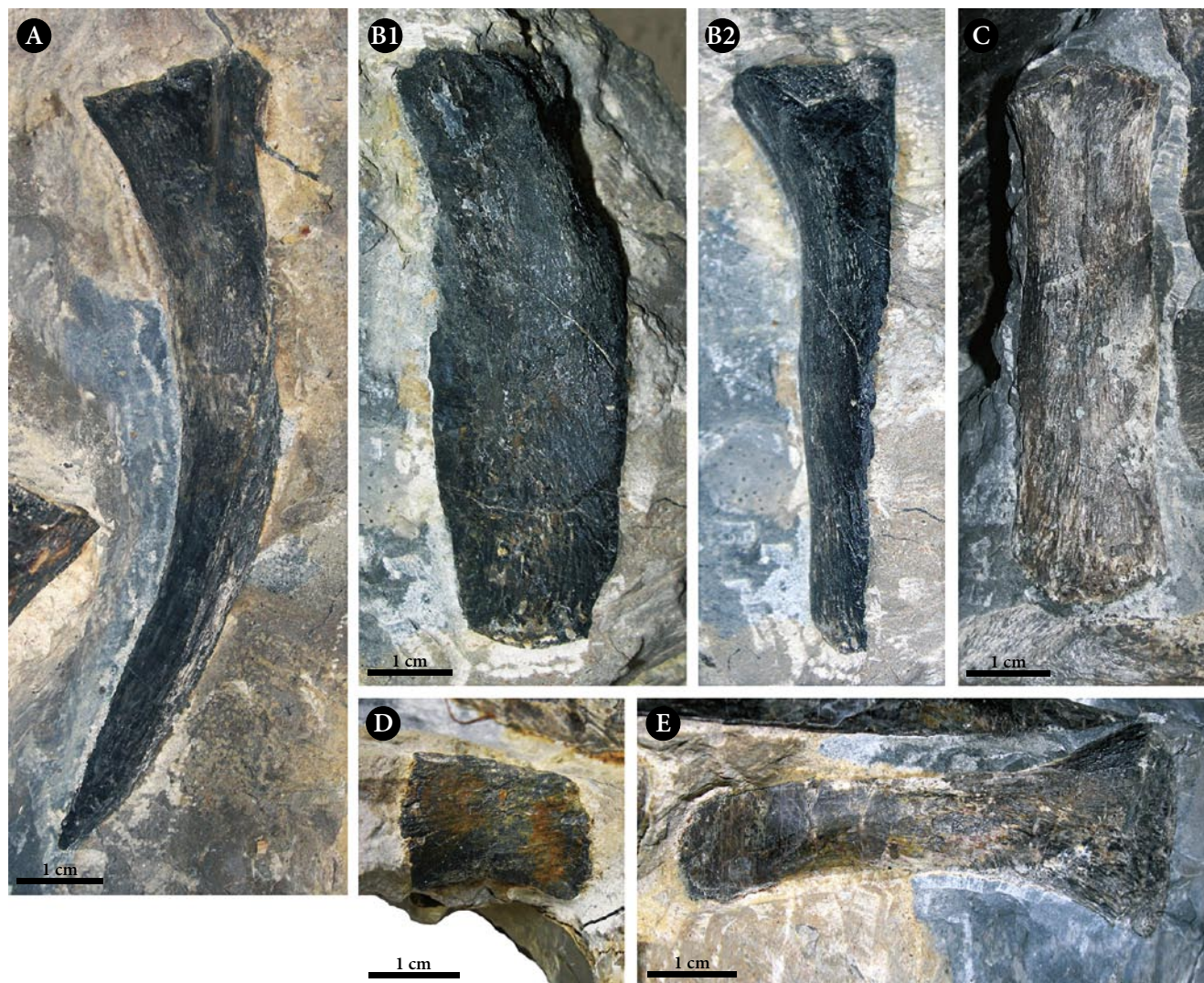



Fig. 28 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Caudal ribs. A) Proximal caudal rib or alternatively 'lumbar' rib; B) proximal caudal rib in dorsoventral (B1) and cranial (B2) views; C) proximal caudal rib in dorsoventral view; D) distal caudal rib in dorsoventral view; E) possible proximal caudal or sacral rib in dorsoventral view.
- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Costole caudali. A) costola caudale prossimale o in alternativa costola 'lombare'; B) costola caudale prossimale in vista dorso-ventrale (B1) e craniale (B2); C) costola caudale prossimale in vista dorso-ventrale; D) costola caudale distale in vista dorso-ventrale; E) possibile costola caudale prossimale o sacrale in vista dorso-ventrale.*

"squared" distal ends (Fig. 28B-C). Those from more distal positions have also dorsoventrally flattened shafts, but are very short (Fig. 28E). The rib in figure 28D appears to differ a little from the proximal caudal ribs, because its shaft is more slender and appears to be slightly expanded 'distally'. However, the apparent 'distal' end of the bone is not its actual extremity, which is probably concealed by rock. As it is preserved close to the string of three sacral ribs, DALLA VECCHIA (2006) identified it as a sacral with doubt, underlining that, alternatively, it could be a 'lumbar' or a drifted caudal rib. The descriptions of *Yunguisaurus liae* and *Wangosaurus brevirostris* are not sufficiently detailed to help in solving the doubt.

Unlike *Bobosaurus forojuliensis*, the proximal caudal ribs of *Yunguisaurus liae* are fused to their centra (SATO et al. 2014).

Haemapophyses

Haemapophyses are disarticulated and scattered. At least seven of them can be identified in the slab, mostly in correspondence of the proximal tail segment (Fig. 1). Each haemapophysis is made of two distinct pedicels that unite at the distal end where the haemal spine begins, closing the haemal canal ventrally (Fig. 29). The haemal spines of the largest hemapophyses are fan-shaped in lateral view, with a broad distal portion (Fig. 29).

Yunguisaurus liae appears to have rod-shaped haemapophyses that are not united medially like those of plesiosaurs (SATO et al. 2010; 2014). Their spines taper distally in lateral view (SATO et al. 2014, fig. 6A-B). Haemapophyses are undescribed in *Wangosaurus brevirostris* (see MA et al. 2015).

Gastralia

The slab contains the remains of at least eight gastralia. The gastral plastron disarticulated during the decay of the carcass and the elements are scattered on the slab surface. Three medio-ventral elements are characteristically angulated and with sharp extremities; they have a single and small cranial

Fig. 29 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Three proximal haemapophyses (chevrons).
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Tre emapofisi prossimali.*

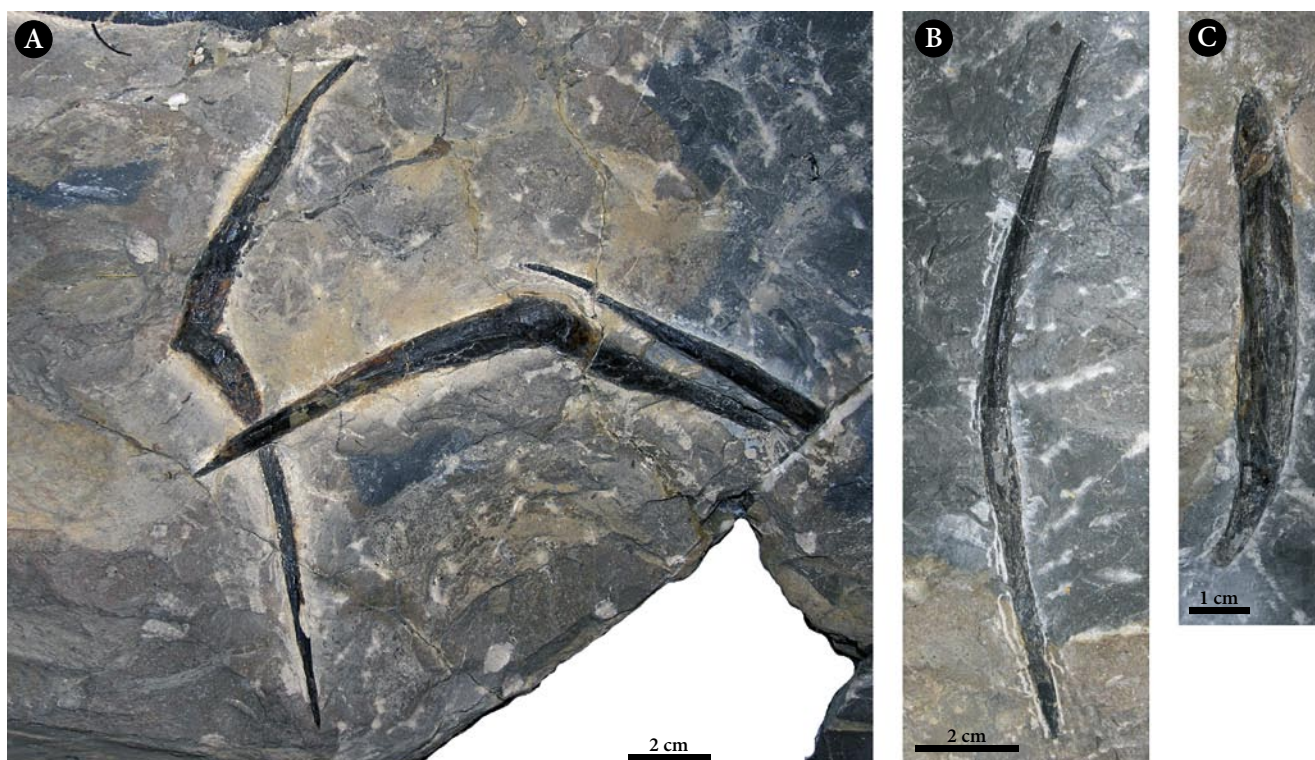



Fig. 30 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Gastralia. A) Medioventral gastral 'rib' segments; B) intermediate gastral 'rib' segment; C) possible lateral gastral 'rib' segment.
- Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, olotipo. Gastrali. A) segmenti medio-ventrali di 'costole' gastrali; B) segmento intermedio di una 'costola' gastrale; C) possibile segmento laterale di una 'costola' gastrale.*

process (Fig. 30A). Slightly curved, slender, and spindle-shaped elements are intermediate or lateral gastral segments (Fig. 30B), while a shorter and more robust element (Fig. 30C) with a curved extremity could be a lateral segment (Rieppel 2001). Gastralia are unreported in *Wangosaurus brevirostris* (see Ma et al. 2015). Sato et al. (2010) do not describe the gastralia of *Yunguisaurus liae*, but according to Sato et al. (2014, p. 6), the specimen ZMNH M8738 has 48 disarticulated gastralia and the "medial" ones are "boomerang-shaped".

Appendicular skeleton

Forelimbs

The right humerus is the only exposed forelimb element and shows its dorsal side (Fig. 31A). It is much larger than the humerus of *Wangosaurus brevirostris* (see Ma et al. 2015, figs 1 and 3A-B), but it is impossible to establish exactly how much larger, because Ma et al. (2015) do not report any measurement; it is three times longer than the right humerus of the holotype of *Yunguisaurus liae* and 2.24 times that of the second specimen (ZMNH M8738; Sato et al. 2014); it is 1.52 times the length of the humerus of the holotype of *Augustasaurus hagdorni* and over 1.5 times that of *Pistosaurus longaevus* figured in Sues (1987). It is club-like with a postaxially curved and expanded distal end. The distal two-thirds of the postaxial margin are concave, while the whole preaxial margin is practically straight.

At the time of the first study of MFSN 27285, the distal portion of the humerus was partly covered distally by rock and the centra of the dorsal vertebrae 10 and 11, but it was further prepared after the publication of Dalla Vecchia (2006) exposing the entepicondyle (Fabbri et al. 2014). The proximal extremity of the humerus is concave and has a rough surface (Fig. 31B) that is suggestive of the presence of an extensive cartilage cap in the living animal (Diedrich 2013). The proximal extremity is concave also in *Pistosaurus longaevus* (see Sues 1987; Diedrich 2013) and *Yunguisaurus liae* (see Sato et al. 2010), while the state in *Augustasaurus hagdorni* and *Wangosaurus brevirostris* is unknown (Sander et al. 1997; Ma et al. 2015). Sato et al. (2010) considered this feature as caused by the lack of the epiphysis and probably suggestive of individual immaturity, while it is a structural feature to give more rigidity to the limb according to Diedrich (2013). The humerus of *Bobosaurus forojuliensis* has no trace of the deltopectoral crest like the humeri of *Pistosaurus longaevus* and *Augustasaurus hagdorni* (see Sander et al. 1997); the state appears to be unknown in *Wangosaurus brevirostris* (see Ma et al. 2015) and *Yunguisaurus liae* (Sato et al. 2010, 2014; the humerus of *Yunguisaurus liae* is not described is sufficient

Fig. 31 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Humerus. A) Right humerus in dorsal view (the centrum of dorsal vertebra 10 was removed); B) particular of the concave proximal end. Abbreviations: cdv11 = centrum of the dorsal vertebra 11; cpf = concave proximal face; ent = entepicondyle; pld = protuberance for the *latissimus dorsi*.

- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Omero. A) omero destro in vista dorsale (con il centro della vertebra dorsale 10 rimosso); B) particolare dell'estremità prossimale concava. Abbreviazioni: cdv11 = centro della vertebra dorsale 11; cpf = faccia prossimale concava; ent = entepicondilo; pld = protuberanza per il* latissimus dorsi.

detail). Dalla Vecchia (2006) identified a distinct protuberance occurring dorsally near the postaxial margin (Fig. 31A) as the possible point of insertion of the *latissimus dorsi* muscle, based on Rieppel (2001) and figures in Sues (1987). However, the purported insertion of the *latissimus dorsi* muscle is broader and without relief in *Corosaurus alcovensis* (see Storrs 1991), while it has a broader surface and is placed more centrally on the dorsal surface in other sauropterygians (Klein 2010). In any case, the structure occurring in *Bobosaurus forojuliensis* is a knob-like protuberance, not a crest.

The cleaning of the distal termination of the humerus (mainly removing the centrum of the dorsal vertebra 10, which is not present in the figures of this paper, excluded Fig. 1) exposed the entepicondyle and allowed detecting the absence of the entepicondylar foramen (Fabbri et al. 2014) like in *Pistosaurus longaevus* and *Augustasaurus hagdorni* (see Sander et al. 1997) and *Yunguisaurus liae* (see Sato et al. 2010), but unlike *Wangosaurus brevirostris* (see Ma et al. 2015). The entepicondyle is moderately developed. Unfortunately, it was not possible to further expose the distal end of the humerus (which is still covered by the centrum of the dorsal vertebra 11) in order to observe the presence or the absence of the ectepicondylar foramen and the morphology of the distal articular facets for the ulna and radius.

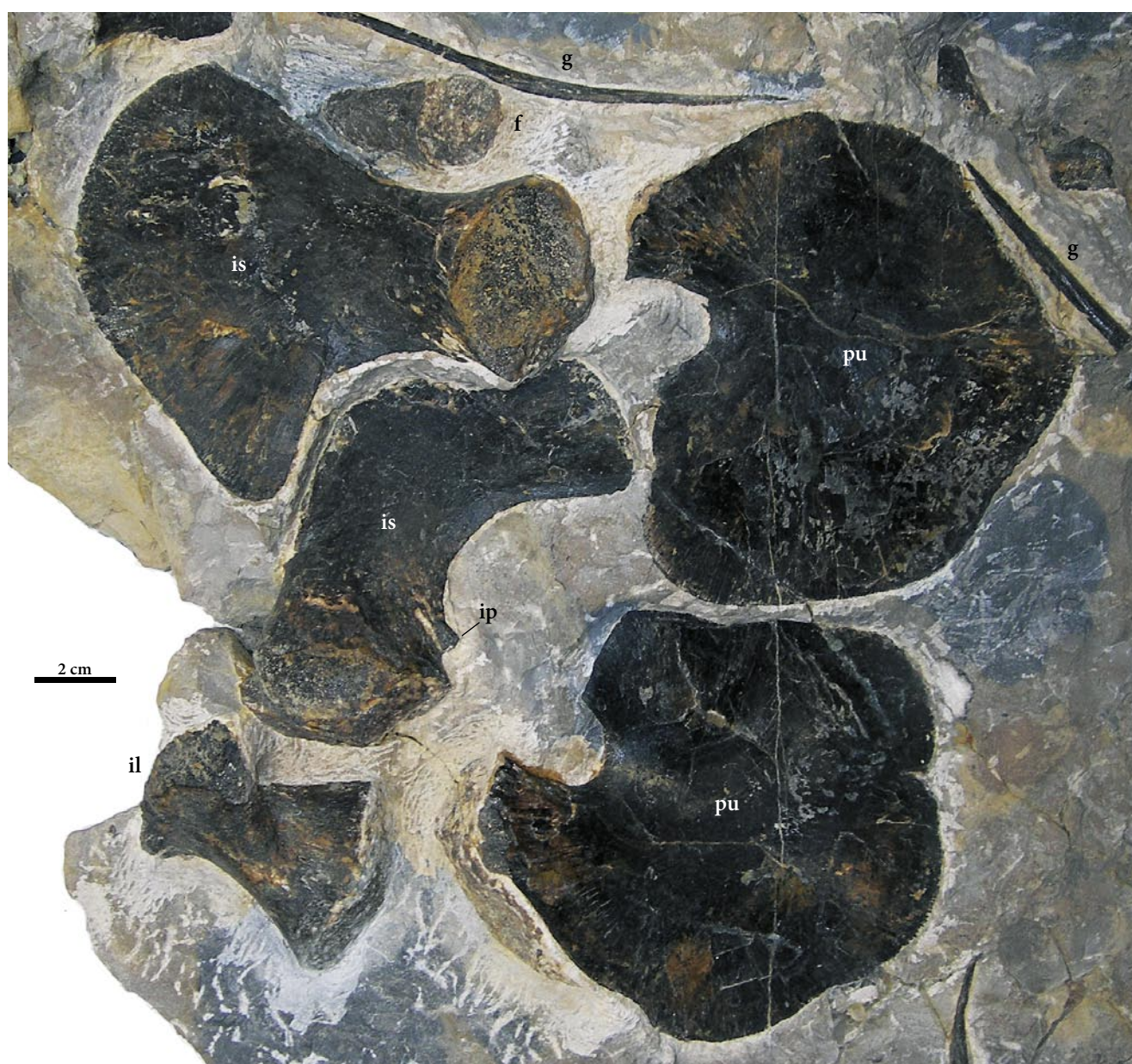



Fig. 32 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Pelvic girdle in dorsomedial view. Abbreviations: f = femur; g = gastrale; il = ilium; ip = small cranioproximal process of the ischium; is = ischium; pu = pubis.
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Cinto pelvico in vista dorso-mediale. Abbreviazioni: f = femore; g = gastrale; il = ilio; ip = piccolo processo cranio-prossimale dell'ischio; is = ischio, pu = pube.*

Pelvic girdle

Contra Diedrich (2013), the pelvic girdle is well-exposed and nearly complete in the holotype of *Bobosaurus forojuliensis* (only the left ilium is not visible; Fig. 32). The ischia and pubes are still paired and suffered only a limited disarticulation, while the right ilium is close to them. The ischia and pubes form expanded ventral plates that meet their opposites in the midline.

According to Dalla Vecchia (2006), ischia and pubes show their dorsomedial side, based on comparison with the ischium of *Simosaurus gaillardoti*. In fact, the ventrolateral side of the latter is convex, while the dorsomedial surface is flat (Rieppel 1994, fig. 28D); this seems to be the case of the similarly shaped ischium of *Tanystropheus* too (Wild 1973). The ischia of the holotype of *Bobosaurus forojuliensis* show the flat dorsomedial surface.

The only preserved ilium (Fig. 33) shows four sides: a lateral or medial one (Fig. 33A), a caudal or cranial one (Fig. 33C), part of the ventral and part of the dorsal sides. As the exposed lateral or medial side has no trace of the articular facets for the sacral ribs (Fig. 33A-B), it is presumably the lateral side, not the medial one as reported by Dalla Vecchia (2006) based on the asymmetrical development of the craniocaudally elongated iliac blade. If the pelvis is in dorsal view, the position of the element suggests it is a right ilium in lateral and cranial views. Although cranially damaged, the preacetabular process is therefore more developed than the postacetabular process, unlike *Nothosaurus* and *Simosaurus* (Rieppel 2000) and *Corosaurus alcovensis* (see Storrs 1991). The postacetabular process is longitudinally divided into two parts in lateral view; Fig. 33A-B).

The craniocaudally elongated iliac blade is relatively well-developed and the postacetabular process is not projecting beyond level of posterior margin of acetabular portion of ilium, but this is not comparable with the state in other sauropterygians because of the peculiar morphology of the ilium of MFSN 27285. The shaft is twisted and the laterocaudally-mediocranially expanded distal end bears a ventrolateral acetabular facet and a ventromedial articular surface for the ischium (Fig. 33). Therefore, the ilium of *Bobosaurus forojuliensis* seems to contact the ischium only.

The ilium of *Pistosaurus longaevus* is quite different: the iliac blade has nearly parallel cranial and caudal margins, has a sharply truncated dorsal end and contacts distally also the pubis (Sues 1987, fig. 5). The holotype of *Yunguisaurus liae* also has a different paddle-like ilium, with a narrow and short shaft, a moderately expanded distal (acetabular) end and a much expanded iliac blade, which however is relatively short craniocaudally and its postacetabular part is slightly more developed than the preacetabular (Sato et al. 2010, fig. 8). However, the ilium of the referred specimen ZMNH M8738, with its craniocaudally elongated iliac blade and expanded articular end (Sato et al. 2014, fig. 8-C-D), is more similar to that of *Bobosaurus forojuliensis*, but differs in its longer shaft and apparent absence of twisting. Unfortunately, the ilium is unknown is *Augustasaurus hagdorni* (see Sander et al. 1997) and it is not yet described in *Wangosaurus brevirostris* (see

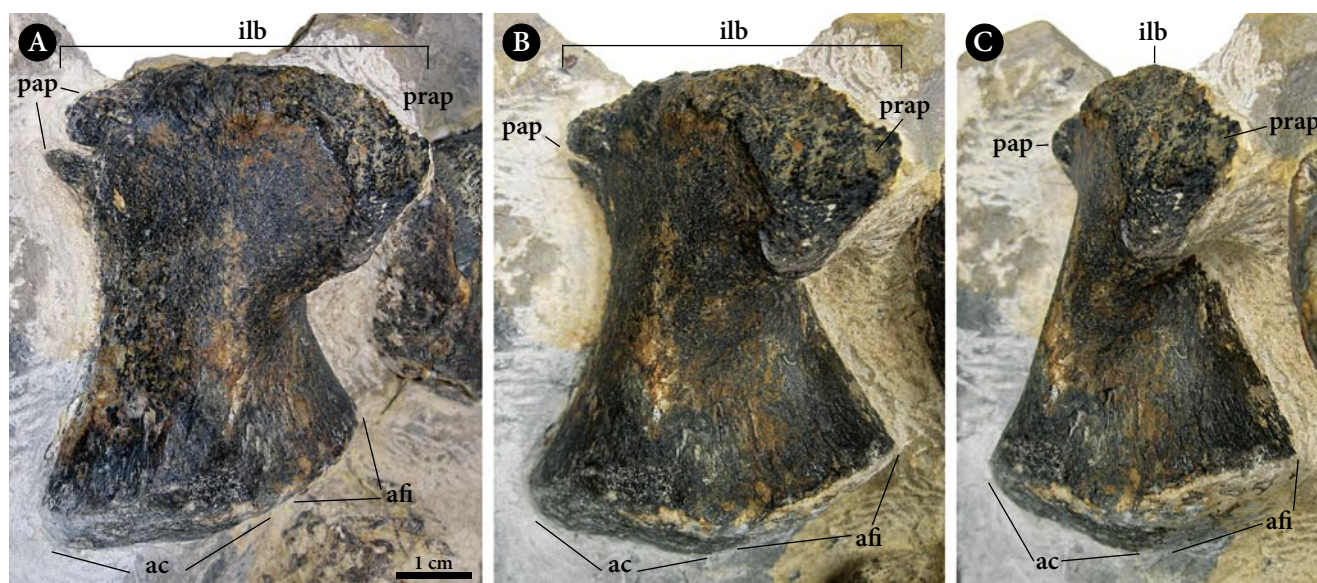



Fig. 33 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Right ilium. A) Lateral view; B) laterocranial view; C) cranial view. Abbreviations: ac = iliac contribution to the acetabulum; afi = articular facet for the ischium; ilb = iliac blade; pap = postacetabular process of the iliac blade; prap = preacetabular process of the iliac blade.

- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Ilio destro. A) vista laterale; B) vista latero-craniale; C) vista craniale. Abbreviazioni: ac = contributo dell'ileo all'acetabolo; afi = faccetta articolare per l'ischio; ilb = lama iliaca; pap = processo postacetabolare della lama iliaca; prap = processo preacetabolare della lama iliaca.*

Ma et al. 2015). The ilium of *Bobosaurus forojuliensis* has a primitive overall morphology resembling the ilia of *Nothosaurus* and *Simosaurus* (Rieppel 2000) and *Corosaurus alcovensis* (see Storrs 1991), which, however, do not present the twisting of the shaft and articulate with the pubis (Sues 1987).

The pubes are exposed in dorsomedial view (Fig. 32); the thickened articular portion of the right one was freed from the conglobating rock to show the articular facet for the ischium and the acetabular contribution of the pubis. Each element is a broad, semi- to sub-circular and very thin plate that thickens very much in correspondence of the articular facet for the ischium and the pubic contribution to the acetabulum (Fig. 34). The caudal margin has a semicircular notch which forms the cranial part of the puboischiadic fenestra. There is no open and slit-like obturator notch like that occurring in the pubes of *Nothosaurus* (see Rieppel 1994) and *Paranothosaurus amsleri* (see Peyer 1939), nor the obturator foramen of *Simosaurus gaillardoti* (see Rieppel 1994).

The rounded pubes are very similar to those of *Yunguisaurus liae* (see Sato et al. 2014) and possibly also to those of *Pistosaurus longaevus* (see Diedrich 2013), which resemble those of the plesiosaur *Plesiosaurus* (Storrs 1997) and the plesiosaurs in general (e.g., Andrews 1910; Carpenter 1999; Ketchum & Smith 2010). The semicircular pubis of *Corosaurus alcovensis* is similar to those of *Bobosaurus* and *Yunguisaurus* (Storrs 1991), but it has a slit-like obturator notch and an articular facet for the ilium. The general morphology of the pubes of the more primitive eusauropterygians *Simosaurus* and *Nothosaurus* is completely unlike the overall morphology of the pubis of *Bobosaurus forojuliensis*: their pubes are craniocaudally waisted (i.e., cranially concave) and notched medially (Rieppel 1994).

The right ischium shifted below the left ischium (Fig. 32). The left ischium rotated nearly 90 clockwise from its anatomical position and covers the caudal process of the right ischium. Along the cranial margin of the shaft and close to the articulated head, there is a small process surrounding a slit-like opening that Dalla Vecchia (2006) identified as a possible obturator process. Process and opening appear to be rather similar to those present in the pubes of *Nothosaurus* (e.g., Rieppel 1994, fig. 29; 2001, fig. 6J), where the opening is considered to be the obturator foramen (Rieppel 1994). However, such a structure is absent in the ischium of *Simosaurus gaillardoti* (see Rieppel 1994), *Nothosaurus* cf. *N. juvenilis* (see Renesto 2010), *Cymatosaurus* sp. (Sander et al. 2014), *Pistosaurus longaevus* (see Diedrich 2013), and *Yunguisaurus liae* (see Sato et al. 2014). The articular head of both ischia is damaged in correspondence of the articular facet for the ilium.

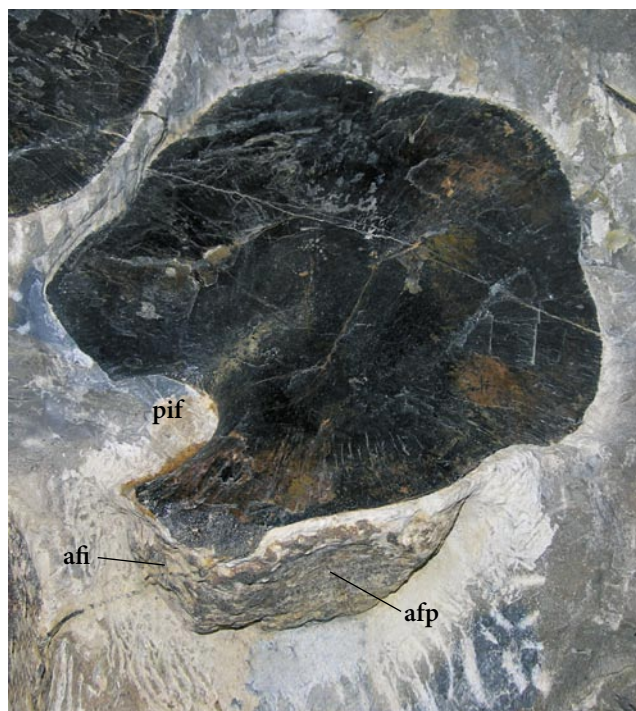



Fig. 34 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. The right pubis in mediodorsal and perspective view, with the articular region in foreground. Abbreviations: afi = articular face for the ischium, afp = acetabular facet of the pubis; pif = cranial part of the puboischiatic fenestra. For scale see Fig. 32.
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Il pube destro in vista medio-dorsale e prospettica, con la regione articolare in primo piano. Abbreviazioni: afi = faccetta articolare per l'ischio; afp = contributo del pube all'acetabolo; pif = parte craniale della finestra puboischiatica. Per le dimensioni si veda la Fig. 32.*

Hind limbs and metapodials/phalanges

The circular cross-section of the diaphysis of a long bone occurs close to the left ischium (Fig. 32). Because of its position, size and cross-section outline, Dalla Vecchia (2006) referred this bone to as a femur. If this identification is correct as it seems, the femur is much more slender than the humerus and has a cylindrical shaft.

The only preserved zeugopodial element is a tibia (Fig. 35A), which is much longer than wide and only moderately expanded distally like the tibiae of *Yunguisaurus liae* (see Sato et al. 2014) and *Wangosaurus brevirostris* (see Ma et al. 2015), but it is more slender than that of *Yunguisaurus liae* and similar to that of *Wangosaurus brevirostris*.

Only two bones can be referred to as carpals or tarsals (Fig. 35B-C). They are disc-like and comparatively large and are preserved close to the tibia (Fig. 1). Dalla Vecchia (2006) identified them as proximal tarsals because of their location and size: the largest as the astragalus and the smaller as the calcaneum (cf. Sato et al. 2010, fig. 10). There is no proximal concavity in the astragalus.

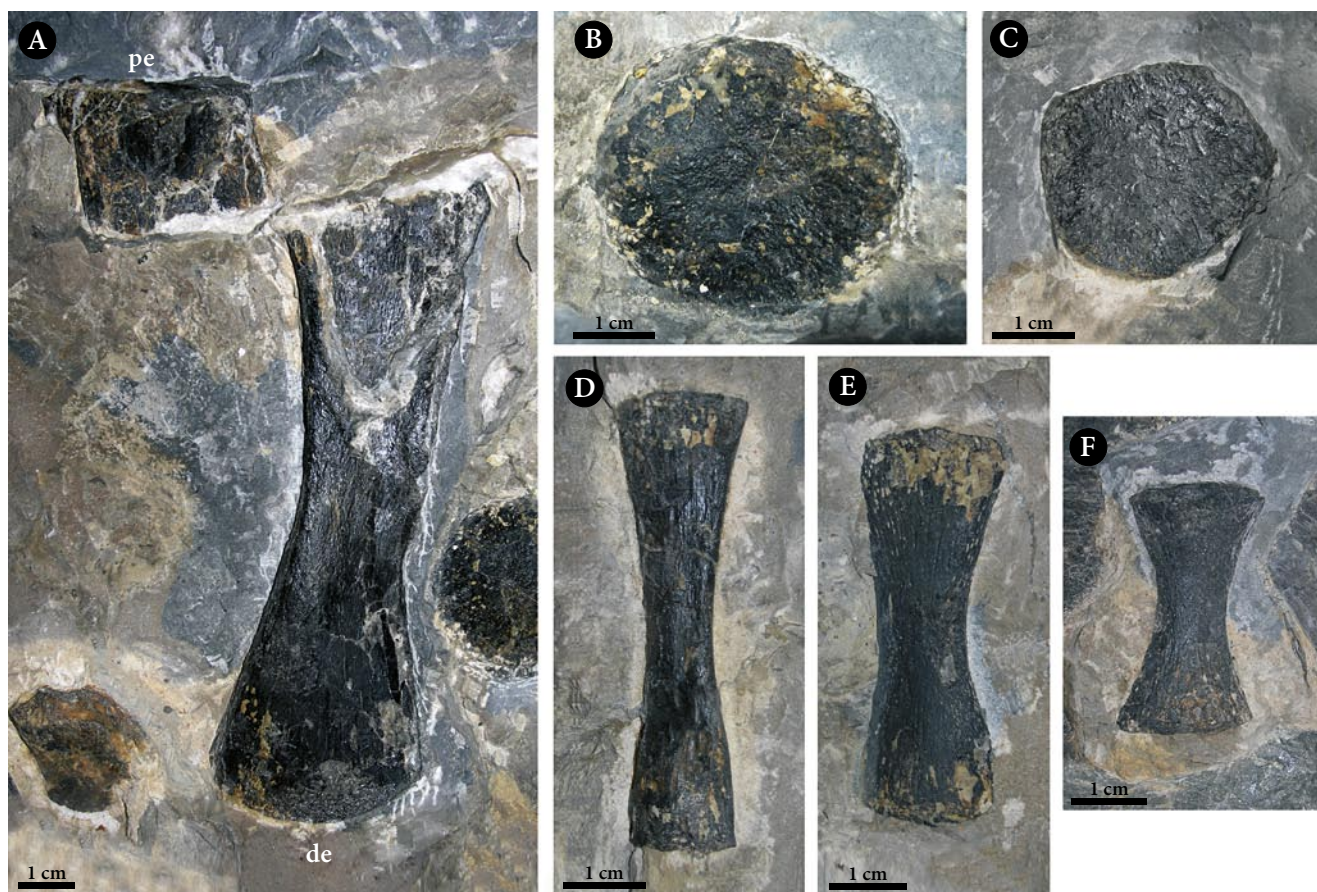



Fig. 35 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Other limb bones. A) Tibia; B) astragalus; C) calcaneum; D-E) metapodials; F) possible phalanx. Abbreviations: de = distal extremity; pe = proximal extremity.
- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, holotype. Altri elementi degli arti. A) tibia; B) astragalo; C) calcagno; D-E) metapodiali; F) possibile falange. Abbreviazioni: de = estremità distale; pe = estremità prossimale.*

Only two slender and relatively short bones can be identified as metapodials on the slab (Fig. 35D-E). A third shorter and stouter element is probably a proximal phalanx (Fig. 35F). Although all of the three bones were considered forelimb elements in the reconstruction of Fig. 2, it cannot be established for sure whether the metapodials are metacarpals or metatarsals and the phalanx is from manus or pes. Comparison with the articulated limbs of *Yunguisaurus liae* (see Sato et al. 2010, fig. 10) suggests they are all from the forelimbs, because those from the hind limbs are more massive. However, the distinction in *Wangosaurus brevirostris* is not so evident as in *Yunguisaurus liae* (Ma et al. 2015, fig. 3). Furthermore, the size of the humerus compared to the tibia and the cross-section of the femur suggest that the forelimbs were more robust than the hind limbs in *Bobosaurus forojuliensis,* unlike *Yunguisaurus liae* and *Wangosaurus brevirostris*.

Lightened skeleton

A peculiarity of *Bobosaurus forojuliensis* taht was underlined in Dalla Vecchia (2006) is its lightened postcranial skeleton, which is the opposite of the pachyostotic skeleton of some other sauropterygians (Rieppel 2000; Taylor 2000). Broken or cross-sectioned bones show that they are coarsely spongy internally, with a framework of minute and spaced trabeculae (osteoporosis of Sheldon 1997) and a very thin external layer of compacta (which often is less than 0.5 mm thick). This can be observed in the cross-sectioned neural spine of the axis (Fig. 36A), in several cross-sectioned pedicels of the cervical ribs (Fig. 36B), in the eroded or broken transverse processes of the pectoral vertebrae (Fig. 36C), in some broken neural arches of the dorsal vertebrae (Fig. 36E), and in cross-sectioned centra of the cervical vertebrae 8-9 (Fig. 36F). The hollow inside of some neural spines seems to be totally filled in with calcite (Fig. 36D). Long skeletal elements are locally collapsed showing that the inner part was hollow or very coarsely spongy (e.g., the tibia [Fig. 36G]). This is the case of the shafts of many dorsal ribs and at least one pectoral rib, while some smaller ribs from distal positions are finely spongy distally and were probably heavier than the others.

The most probable function of a lightened skeleton was to increase natural buoyancy (Sheldon 1997) and

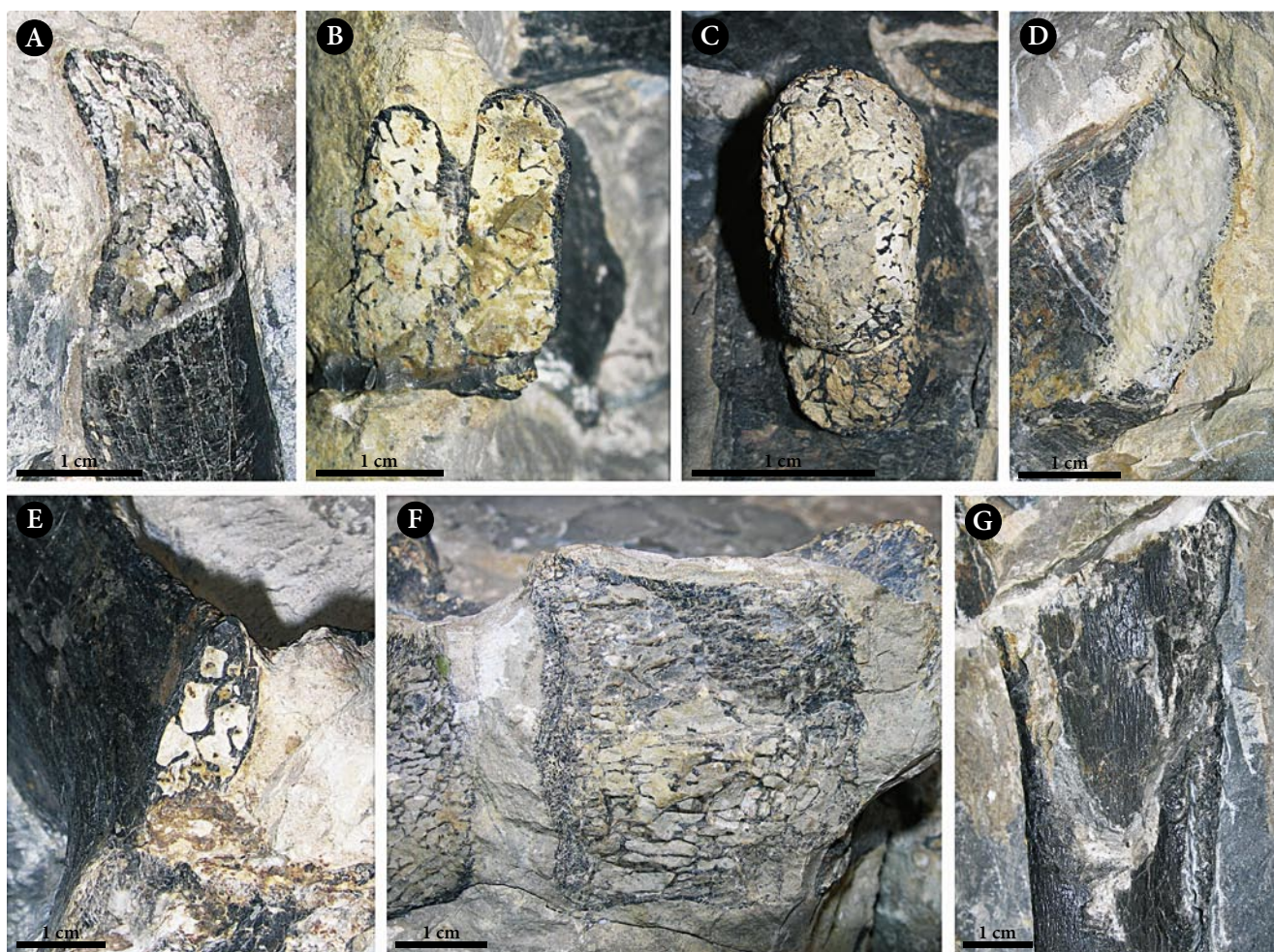



Fig. 36 - *Bobosaurus forojuliensis*, MFSN 27285, holotype. Evidences of the coarsely cancellous inside of the *Bobosaurus* bones. A) Sectioned neural spine of the axis; B) sectioned tuberculum and capitulum of a cervical rib; C) worn right transverse process of pectoral vertebra 6; D) sectioned neural spine of dorsal vertebra 5; E) sectioned upper prezygapophysis of dorsal vertebra 8; F) longitudinal section of the centrum of cervical vertebra 9 (sectioned centrum 8 to the left); G) collapsed portion of the tibial shaft. Voids are filled by white calcite.

- Bobosaurus forojuliensis, *MFSN 27285, olotipo. Evidenze del riempimento grossolanamente spugnoso delle ossa di* Bobosaurus. *A) sezione della spina neurale dell'asse; B) sezione del tuberculum e del capitulum di una costola cervicale; C) processo trasverso destro della vertebra pettorale 6, dalla superficie erosa; D) sezione della spina neurale della vertebra dorsale 5; E) sezione della prezigapofisi superiore della vertebra dorsale 8; F) sezione longitudinale del centro della vertebra cervicale 9 (a sinistra il centro sezionato della vertebra cervicale 8); G) porzione collassata della tibia. I vuoti sono stati riempiti da calcite bianca.*

could be related to fast swimming and active predation on mobile food (Taylor 2000). Dalla Vecchia (2006) hypothesized that *Bobosaurus forojuliensis* were a surface swimmer that dwelled in the shallow sea existing along the north-western coasts of Tethys during the early Carnian. However, according to Sheldon (1997, p. 349), the reduced bone density is consistent with the reduced effect of gravity and occurs in amniotes frequenting the deeper portion of the water column. The depositionary environment where the carcass of MFSN 27285 deposited was a shallow carbonate-clastic ramp (Preto et al. 2005), with maximum water depths of a few dozen of metres. However, the carcass could be transported by storms from the close deep water Julian Basin, which occurred a few kilometres to the east during the early Carnian, as it is probably the case also of the few ammonoids found in the Rio del Lago Formation (Preto et al. 2005). This would explain the rarity of *Bobosaurus forojuliensis* remains in the Rio del Lago Formation.

Manuscript received on 16.VI.2017, accepted on 29.VIII.2017.

Acknowledgements

Thanks to the Museo Friulano di Storia Naturale of Udine for allowing me to study the specimen, its director Giuseppe Muscio for the editorial work, Roberto "Bobo" Rigo, who found the specimen, for the information and Marco Auditore for the drawing of Fig. 2. I thank also the reviewer for their precious suggestions.

References

Andrews, C.W. 1910. *A descriptive catalogue of the marine reptiles of the Oxford Clay Based on the Leeds Collection in the British Museum (Natural History)*. Part I: 1-255. London: British Museum (Nat. Hist.).

Benson, R.B.J., Evans, M. & P.S. Druckenmiller. 2012. High diversity, low disparity and small body size in plesiosaurs (Reptilia, Sauropterygia) from the Triassic-Jurassic boundary. *PLoS One* 7: 1-15.

Baur, G. 1887-1890. Pistosauridae Baur. In *Handbuch der Paläontologie*, cur. K.A. Zittel, 3: 488-499. München: R. Oldenbourg.

Brown, D.S. 1981. The English Upper Jurassic Plesiosauroidea (Reptilia) and a review of the phylogeny and classification of the Plesiosauria. *Bull. British Mus. (Nat. Hist.), Geology Series* 35: 253-347.

Carpenter, K. 1999. Revision of North American elasmosaurs from the Cretaceous of the Western Interior. *Paludicola* 2 (2): 148-73.

Cheng, Y.-N., T. Sato, X.-C. Wu & C. Li. 2006. First complete pistosauroid from the Triassic of China. *Journ. Vert. Paleont*. 26 (2): 501-4.

Dalla Vecchia, F.M. 2006. A new sauropterygian reptile with plesiosaurian affinity from the Late Triassic of Italy. *Riv. Ital. Paleont. Strat*. 112 (2): 207-25.

Dalla Vecchia, F.M. 2008. First record of *Simosaurus* (Sauropterygia, Nothosauroidea) from the Carnian (Late Triassic) of Italy. *Riv. Ital. Paleont. Strat*. 114 (2): 273-85.

Diedrich, C.G. 2013. The oldest "subacquatic flying" reptile in the world. *Pistosaurus longaevus* Meyer, 1839 (Sauropterygia) from the Middle Triassic of Europe. In *The Triassic System*, cur. L.H. Tanner, J.A. Spielmann & S.G. Lucas, 169-215. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin.

Fabbri, M., F.M. Dalla Vecchia & A. Cau. 2014. New information on *Bobosaurus forojuliensis* (Reptilia: Sauropterygia): implications for plesiosaurian evolution. *Historical Biology* 26 (5): 661-9.

Geissler, G. 1895. Ueber neue Saurier-Funde aus dem Muschelkalk von Bayreuth. *Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft* 47: 331-55.

Ketchum, H.F., & A.S. Smith. 2010. The anatomy and taxonomy of *Macroplata tenuiceps* (Sauropterygia, Plesiosauria) from the Hettangian (Lower Jurassic) of Warwickshire, United Kingdom. *Journ. Vert. Paleont.* 30 (4): 1069-81.

Klein, N. 2010. Long Bone Histology of Sauropterygia from the Lower Muschelkalk of the Germanic Basin Provides Unexpected Implications for Phylogeny. *PLoS ONE* 5 (7): e11613. doi:10.1371/journal.pone.0011613.

Klein, N., & O.J. Sichelschmidt. 2014. Remarkable dorsal ribs with distinct uncinate processes from the early Anisian of the Germanic Basin (Winterswijk, The Netherlands). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 271 (3): 307-14.

Liu, J., W.B. Lin, O. Rieppel, Z.Y. Sun, Z.G. Li, H. Lu & D.Y. Jiand. 2015. A new specimen of *Diandongosaurus acutidentatus* (Sauropterygia) from the Middle Triassic of Yunnan, China. *Vertebr. Palasiatica* 10: 281-90.

Ma, L.T., D.Y. Jiang, O. Rieppel, R. Motani & A. Tintori. 2015. A new pistosauroid (Reptilia, Sauropterygia) from the late Ladinian Xingyi marine reptile level, southwestern China. *Journ. Vert. Paleont*. 35 (1): e881832.

Meyer, H. von. 1847-1855. *Zur Fauna der Vorwelt. 2 Abt. Die Saurier des Muschelkalkes mit Rücksicht auf die Saurier aus Buntem Sandstein und Keuper*, 8: 1-167. Frankfurt a. Main: Verlag Heinrich Keller.

Peyer, B. 1939. Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen. XIV. *Paranothosaurus amsleri* nov. gen. nov. spec. *Abhand. der Schweiz. Pälaontolog. Gesellschaft* 62: 1-87.

Preto, N., G. Roghi & P. Gianolla. 2005. Carnian stratigraphy of the Dogna area (Julian Alps, northern Italy): tessera of a complex palaeogeography. *Boll. Soc. Geol. It*. 124: 269-79.

Renesto, S. 2010. A new specimen of *Nothosaurus* from the latest Anisian (Middle Triassic) Besano Formation (Grenzbitumenzone) of Italy. *Riv. Ital. Paleont. Strat*. 116 (2): 145-60.

Rieppel, O.C. 1994. Osteology of *Simosaurus gallairdoti* and the relationships of stem-group Sauropterygia. *Fieldiana, Geology* n. ser. 28: 1-85.

Rieppel, O.C. 2000. Sauropterygia I. In *Handbuch der Paläoherpetologie*, cur. P. Wellnhofer, 12A: 1-134. München: Verlag Friedrich Pfeil.

Rieppel, O. 2001. A new species of *Nothosaurus* (Reptilia: Sauropterygia) from the Upper Muschelkalk (Lower Ladinian) of southwestern Germany. *Palaeontographica* A, 263: 137-61.

Rieppel, O., & F.M. Dalla Vecchia. 2001. Marine Reptiles from the Triassic of the Tre Venezie, northeastern Italy. *Fieldiana* 44: 1-25.

Rieppel, O., P.M. Sander & G.W. Storrs. 2002. The skull of the pistosaur *Augustasaurus* from the Middle Triassic of northwestern Nevada. *Journ. Vert. Paleont*. 22 (3): 577-92.

de Saint-Seine, P. 1955. Sauropterygia. In *Traité de Paléontologie*, cur. J. Pivetau, 5: 420-58. Paris: Masson.

Sander, P.M., O. Rieppel & H. Bucher H. 1997. A new pistosaurid (Reptilia: Sauropterygia) from the Middle Triassic of Nevada and its implications for the origin of the plesiosaurs. *Journ. Vert. Paleont*. 17 (3): 526-33.

Sander, P.M., N. Klein, P.C.H. Albers, C. Bickelmann & H. Winkelhorst. 2014. Postcranial morphology of a basal Pistosauroidea (Sauropterygia) from the Lower Muschelkalk of Winterswijk, The Netherlands. *Paläontologische Zeitschrift* 88: 55-71.

Sato, T., Y.-N. Cheng, X.-C. Wu & C. Li. 2010. Osteology of *Yunguisaurus* Cheng et al., 2006 (Reptilia; Sauropterygia), a Triassic pistosauroid from China. *Paleontological Research* 14: 179-95.

Sato, T., L.-J. Zhao, X.-C. Wu & C. Li. 2015. A new specimen of the Triassic pistosauroid *Yunguisaurus*, with implications for the origin of Plesiosauria (Reptilia, Sauropterygia). *Palaeontology* 57: 55-76.

Sheldon, A. 1997. Ecological implications of mosasaur bone microstructure. In *Ancient Marine Reptiles*, cur. J.M. Callaway & E.L. Nicholls, 333-54. San Diego: Academic Press.

Storrs, G.W. 1991. Anatomy and relationships of *Corosaurus alcovensis* (Diapsida: Sauropterygia) and the Triassic Alcova Limestone of Wyoming. *Bull. Peabody Mus. Nat. Hist*. 44: 1-151.

Storrs, G.W. 1997. Morphological and taxonomic clarification of the genus *Plesiosaurus*. In *Ancient Marine Reptiles*, cur. J.M. Callaway & E.L. Nicholls, 145-91. San Diego: Academic Press.

Sues, H.-D. 1987. Postcranial skeleton of *Pistosaurus* and interrelationships of the Sauropterygia (Diapsida). *Zool. Journ. Linn. Soc.* 90: 109-31.
Taylor, M.A. 2000. Functional Significance of Bone Ballastin in the Evolution of Buoyancy Control Strategies by Acquatic Tetrapods. *Historical Biology* 14: 15-31.
Wild, R. 1973. Die Triasfauna der Tessiner Kakalpen. XXIII. *Tanystropheus longobardicus* (Bassani) (Neue Ergebnisse). *Schweiz. Pälaontolog. Abhand.* 95: 1-162.
Wintrich, T., & Sander M. 2016. A smart invention. The functional morphology of the plesiosaur neck. *87th Annual Conference of the Paläontologische*, 167. September 11-15, 2016, Abstracts. Dreden: Gesellschaf e.V.

Author's address - Indirizzo dell'Autore:
- Fabio Marco Dalla Vecchia
  Museo Friulano di Storia Naturale
  Via Sabbadini 22-34, I-33100 UDINE
  e-mail: fabdalla@tin.it

GORTANIA
Geologia, Paleontologia, Paletnologia | 38 (2016) | 77-83 | Udine, 30.XI.2017 | ISSN: 2038-0410

Emmanuel M.E. Billia
Júlia Zervanová

SOME OTHER OCCURRENCES OF *STEPHANORHINUS KIRCHBERGENSIS* (JÄGER, 1839) (MAMMALIA, RHINOCEROTIDAE) FROM EURASIA. ADDENDA TO OTHER PREVIOUS WORKS

ULTERIORI SEGNALAZIONI DI *STEPHANORHINUS KIRCHBERGENSIS* (JÄGER, 1839) (MAMMALIA, RHINOCEROTIDAE) IN EURASIA. UN'INTEGRAZIONE.

Riassunto breve - A integrazione di quanto già precedentemente pubblicato (Billia 2011; Billia & Zervanová 2015), viene proposto un ulteriore aggiornamento relativo a segnalazioni di ritrovamenti di *Stephanorhinus kirchbergensis* (Jäger, 1839) sul territorio eurasiatico.
Parole chiave: Rhinocerotidae, *Stephanorhinus kirchbergensis*, Pleistocene, Europa, Asia.

Abstract - *An updated report concerning some other* Stephanorhinus kirchbergensis *(Jäger, 1839) discoveries on Eurasian territory is proposed here as an integration of two other previous papers (Billia 2011; Billia & Zervanová 2015).*
Key words: *Rhinocerotidae*, Stephanorhinus kirchbergensis, *Pleistocene, Europe, Asia.*

Introduction

This work follows two other previous ones (Billia 2011; Billia & Zervanová 2015) published in Acta Palaeontologica Romaniae as well as in Gortania-Geologia, Paleontologia, Paletnologia. It regards an updated integration containing some other data on discoveries of the Pleistocene rhinoceros *Stephanorhinus kirchbergensis* (Jäger, 1839) in Eurasia based on further investigation (2015-2017). The reports come from the following eight countries: Germany, Italy, Poland, Ukraine, Russian Federation (Asian area), Tajikistan, China, and Iran. As to the *S. kirchbergensis* remains, Iran is cited for the first time in literature.

The paragraph numbers used here in the text correspond to the same used in Billia (2011).

1. Europe

Germany, § 1.4, pp. 20-22

From last interglacial sediments of Groß-Rohrheim bei Darmstadt (49° 42' N - 8° 26' E) come *S. kirchbergensis* remains (Koenigswald 1988, 1995; Koenigswald & Heinrich 1999; Koenigswald & Menger 1997, 2002).

Italy, § 1.7, p. 23

The Cretone lacustrine basin near Rome (Tiber valley, central Italy) yielded rhinoceros lower teeth together with a good number of other mammalian taxa referable to both Galerian and Aurelian Mammal Age at least (Marra et al. 2016). The rhinoceros teeth have been recovered in two different localities within the basin:

- from the Fosso Casa Cotta locality come a fourth and a third lower premolars ascribed to *S. kirchbergensis* (Marra et al. 2016: fig 6-D);
- a third lower molar attributed to *Stephanorhinus* cf. *S. kirchbergensis* comes from the Marzolano locality (Marra et al. 2016: fig 6-C).

The three dental remains are figured here in Fig. 1.

The Guado San Nicola site (250 m a.s.l., left bank of the Volturno river, ca 2 km N-W of Monteroduni, Upper Volturno Valley, Isernia, Molise, Central Italy) is dated MIS 11-10 in accordance with radiometric dates ($^{40}Ar/^{39}Ar$ and ESR/U-series).

S. kirchbergensis apart, the faunal assemblage is mainly composed by *Cervus elaphus acoronatus* Beninde, 1937, *Equus ferus* ssp., *Palaeoloxodon* sp., *Bos primigenius* Bojanus, 1827, *Ursus* sp., *Dama* sp. (Peretto et al. 2016).

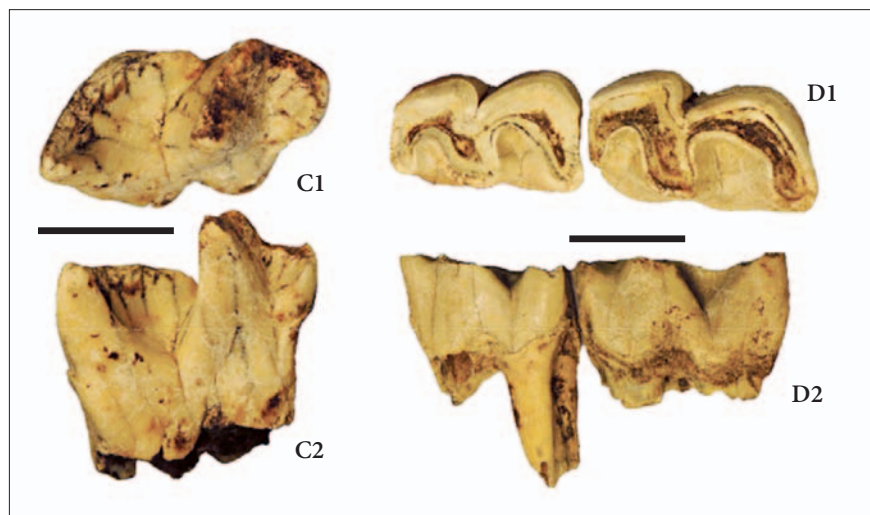



Fig. 1 - *Stephanorhinus kirchbergensis* Jäger (1839) from Cretone basin (scale bar = 2 cm) [after Marra et al. 2016].
- Stephanorhinus kirchbergensis *Jäger (1839) dal bacino di Cretone (scala = 2 cm) [da Marra et al. 2016].*

Some further details regarding the *S. kirchbergensis* fourth upper premolar from Cava Calcàra at Monte di Malo (Vicenza, Veneto, N-E Italy) briefly described and illustrated in Billia & Zervanová (2015: 70-1, fig. 9) have been received. Mr Renato Gasparella reported recently that - already back in 1955 - some workers had found some limb bones, a fragment of an articulation, and some not better identified vertebrae as well as fragments of custulae at the bottom of a karstic well filled with clay. The well - 6 m deep - led into a limestone stratification of Middle Eocene age. At that time, Gasparella - as a young student - collected all these remains (Renato Gasparella, 2017 pers. comm.).

Poland, § 1.13, pp. 24-25

According to Kotowski et al. (2017), near Gorzów Wielkopolski (Landsberg an der Warthe, voiv. Lubusz, near the German border), in april 2016 during the construction of the S3 highway, an almost complete skeleton preliminarly identified as *S. kirchbergensis* was found. About 100 bones were unearthed as well as the complete dentition. The preservation of the ensemble seems to be very good, only the skull appears strongly compacted.

Ukraine, § 1.16, p. 25 (an updated version)

The Synjakovo-1 site is situated near Chortkiv (Ternopil oblast', W-Ukraine). Here, remains referable to 48 fossil species were found. Among them: *Dicerorhinus* aff. *merki* (Jäger), *Spelaearctos spelaeus* Rosenmüller [recte *Ursus spelaeus* Rosenmüller & Heinroth, 1793] (small form), *Crocuta* cf. *spelaea* Goldfuss [recte *Crocuta crocuta* cf. *spelaea* (Goldfuss, 1823)], *Cuon* sp., *Canis* sp., *Felis spelaea* Goldfuss [recte *Panthera spelaea* (Goldfuss, 1810)], *Capreolus* sp., *Megaceros* sp., *Cervus* cf. *elaphus* L., *Bos* sp., *Equus* cf. *caballus* L. and others. Due to the faunistic complex, the site was dated as Early Pleistocene (Tatarinov & Bachinsky 1968), but it looks closer to Middle Pleistocene.

2. Asia

Russian Federation (Asian area), § 2.1, p. 26

A rhinoceros skull [F-4160] previously attributed to the *Stephanorhinus* genus was found above the Arctic Circle on the middle Chondon river (Arctic Yakutya, N-E Siberia, 70° 12' N - 137° E) (Fig. 2) in summer 2014 (Kirillova et al. 2016). Later, the same skull (Fig. 3) has been ascribed to *S. kirchbergensis*. ^{14}C dates and geological evidence indicate that the skull dates between 70-48 ka BP (MOIS 4-3). Till to-day it represents the *S. kirchbergensis* northernmost find extending significantly the species range providing additional information about the diet and environment of *S. kirchbergensis* (Kirillova et al. 2017). Based on the dating provided by the authors, it would be the *S. kirchbergensis* latest record in Eurasia. However, the latitude record was previously due to the Dubrovo (1957) *S. kirchbergensis* discovery along the Vilyuy river in Yakutya [coll.: Ice Age Museum, pr. Mira 119, Pav. 71, 129223 Moscow].

According to Shpansky (2016), *S. kirchbergensis* remnants have recently been discovered in three new Siberian localities (Fig. 4):

- Western Siberia: along the Ob' near Kindal (Tomsk obl.). A hemi-mandible [KF MINC KP-397, Fig. 5-3, 4] with P3-M3 has been found on the Ob' left bank near Kindal (about 370 km N-W of Tomsk, Kargasok district, 59° 08' N - 80° 35' E). Till now, it represents the *S. kirchbergensis* northernmost find in the Tomsk oblast', latitudinally very close to those two *S. kirchbergensis* molars found along the Vilyuy river by Dubrovo (1957);
- Western Siberia: along the Chulym river, east of Asino (Tomsk obl.). A first upper molar [PM TGU 1/396 Fig. 5-1, 2] comes from a terrace on the left bank of the Chulym river east of Asino (Asino distr., 57° 04' N - 86° 10' E);
- Eastern Siberia: confluence of the Amyl and Kazir rivers near Kachul'ka (Krasnoyarsk obl.). A third

Fig. 2 - Localisation of the site along the Chondon river (Arctic Yakutya, 70° 12' N - 137° E) where the *S. kirchbergensis* (Jäger, 1839) skull was found in 2014.
- *Localizzazione del sito lungo il fiume Chondon (Yakutya artica, 70° 12' N - 137° E) dove è stato trovato, nel 2014, il cranio di S.* kirchbergensis *(Jäger, 1839).*

Fig. 3 - The *S. kirchbergensis* (Jäger, 1839) skull from the Chondon river (Arctic Yakutya, 70° 12' N - 137° E); A) *norma verticalis* and B) *norma ventralis* (scale bar = 10 cm) [after Kirillova et al. 2017].
- *Il cranio di* S. kirchbergensis *(Jäger, 1839) dal fiume Chondon (Yakutya artica, 70° 12' N - 137° E); A)* norma verticalis *e B)* norma ventralis *(scala = 10 cm) [da Kirillova et al. 2017].*

Fig. 4 - Map showing the localization of the four Siberian localities which gave back new *S. kirchbergensis* remains: Kindal (Ob' left bank, Tomsk obl.), Krasny Yar (Ob' right bank, Tomsk obl.), Asino (Chulym river left bank, Tomsk obl.) and Kachul'ka (at the confluence of the Amyl and Kazir rivers, Krasnoyarsk obl.).
- *Mappa con la posizione delle quattro località della Siberia che hanno restituito nuovi resti di* S. kirchbergensis: *Kindal (riva sinistra del Fiume Ob, Tomsk obl.), Krasny Yar (riva destra del Fiume Ob, Tomsk obl.), Asino (riva sinistra del Fiume Chulym, Tomsk obl.) e Kachul'ka (alla confluenza dei fiumi Amyl e Kazir, Krasnoyarsk obl.).*

lower premolar [PM TGU 1/395] was recovered at the confluence of the Amyl and Kazir rivers near Kachul'ka (Karatuz distr., Krasnoyarsk obl., 53° 47' N - 92° 53' E). It is the first *S. kirchbergensis* find in this oblast' [coll.: the hemi-mandible KF MINC KP-397: OGAUK TOXM "Muzey Iskusstv Norodov Severa" [Museum of Northern People's Art], ul. Pushkina 21, s. Kargasok (Tomsk oblast'); the first upper molar PM TGU 1/396 as well as the third lower premolar PM TGU 1/395: Paleontologichesky Muzey "V.A. Kakhlov", TGU, pr. Lenina, 36, 634050 Tomsk].

Furthermore, the already well-known Krasny Yar site (Ob' right bank, in front of the Sargulin Island, Krivosheino distr., Tomsk obl., W-Siberia, 57° 06' N - 84° 30' E) yielded some other *S. kirchbergensis* remains lately: a proximal third metacarpal fragment [PM TGU 5/5197] and two naviculars [PM TGU 5/2538

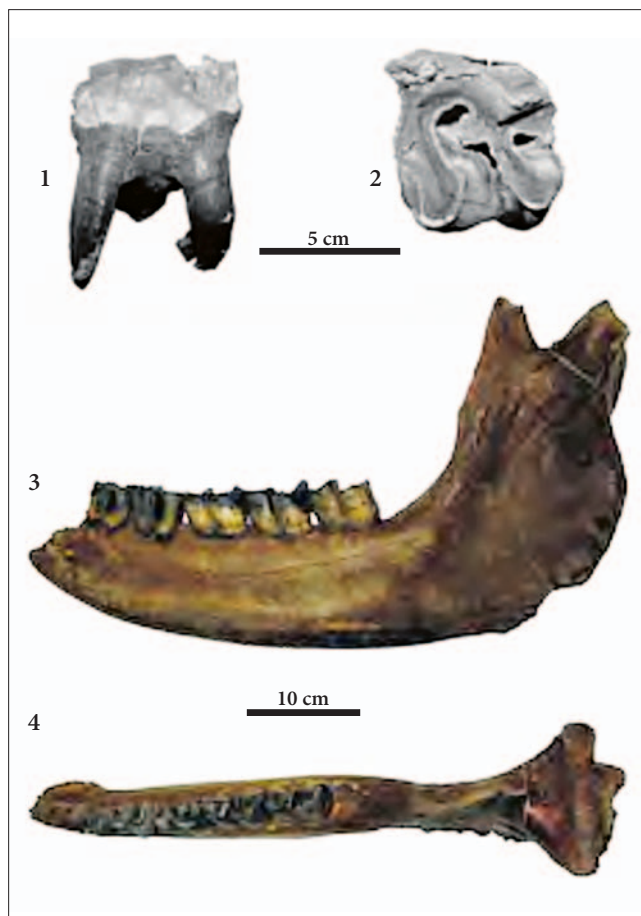



Fig. 5 - *S. kirchbergensis* remains: 1-2) first upper molar [PM TGU 1/396] from Asino (Tomsk obl.); 3-4) hemi-mandible [KF MINC KP-397] from Kindal (Tomsk obl.) [after Shpansky 2016, modified by e.b.].
- *Resti di* S. kirchbergensis*: 1-2) primo molare superiore [PM TGU 1/396] da Asino (Tomsk obl.); 3-4) emimandibola [KF MINC KP-397] da Kindal (Tomsk obl.) [da Shpansky 2016, modificato da e.b.]*

and 5/3063] [coll.: Paleontologichesky Muzey "V.A. Kakhlov", TGU, pr. Lenina, 36, 634050 Tomsk].

Geological data for the six samples (collected on river banks): beginning of Middle Neopleistocene (Tobol horizon, MOIS 9-11).

Tajikistan, § 2.4, p. 26 (an updated version)

Three Tajik localities (Fig. 6) would have gave back *S. kirchbergensis* / *Dicerorhinus mercki* remains:

- Obigarm river (Obigarm village, Obigarm basin, Roghun district, Afghan-Tajik depression, C-W Tajikistan). *Dicerorhinus mercki* no specified remains are reported from the left bank of the Obigarm river at the mouth of the Deshljashkhar tributary near the village of Obigarm (Obigarm basin, Roghun district, Afghan-Tajik depression, C-W Tajikistan) (Sharapov 1980; Forstén & Sharapov 2000: 304-5) in a mixed assemblage with *Dicerorhinus* cf. *D. etruscus* (Falconer) (attribution by G.D. Khisarova), *Equus caballus mosbachensis* Reichenau, 1903, and *Gazella* sp. (attribution by Babaev 1962). According to Cherdyntsev (1969), Uranium-series datings gave a site age of 370±120 ka BP, while according to Penkov (1971) the site is older than 0.7 Ma. In any case, on the basis of Khisarova's data, Kozhamkulova (1969) assigned the remains to the (? Russian) Early Pleistocene;
- Ogzi-Kichik, N-E of the Dangara village, S-E part of the Afghan-Tajik depression). Excavations at Ogzi-Kichik (an Upper Palaeolithic site situated 20 km N-E of the Dangara village, southeastern part of the Afghan-Tajik depression) yielded 26 species of mammals, birds and reptiles: *Hemiechinus auritus* (Gmelin, 1770), *Hystrix* sp., *Marmota* cf. *himalayana* (Hodgson, 1841), *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770), *Cricetulus migratorius* (Pallas, 1773), *Meriones tamariscinus* (Pallas, 1773),

Fig. 6 - Index maps of Tajikistan with the localization of the three Tajik localities in which *S. kirchbergensis*/*D. mercki* remains would be found: Obigarm, Kuruksay, and Ogzi-Kichik.
- *Mappa del Tajikistan con indicate le tre località dove sosno stati rinvenuti resti di* S. kirchbergensis/D. mercki*: Obigarm, Kuruksay, and Ogzi-Kichik.*

Blanfordimys afghanus (Thomas, 1912), *Pitymys juldaschi* (Severtzov, 1879), *Nesokia indica* (Gray & Hardwicke, 1830), *Rattus turkestanicus* (Satunin, 1903), *Canis lupus* L. 1758, *Martes foina* (Erxleben, 1777), *Ursus* cf. *arctos* L. 1758, *Equus hydruntinus* Regalia, 1904, *Equus hemionus* Pallas, 1775, *Equus caballus* (from the uppermost levels), *Cervus elaphus* L. 1758, *Capra hircus* L. 1758 (Ranov et al. 1973, emended). Shells and *Testudo* sp. are very common. All the remains are dated to post-Khosar time. Among them, remains of *Stephanorhinus* cf. *kirchbergensis* were also recovered. The age of the site would be comprised between 40 and 15 ka BP (Forstén & Sharapov 2000: 308-9);

- Kuruksay river (Bal'djuan village, Eastern Afghan-Tajik depression, S-Tajikistan).

According to some authors (Sharapov 1980: 237-8; Dmitreva & Nesmeyanov 1982: 99) from both the right and the left banks of the dry bed of the Kuruksay river (? Dashtigulo or ? Shalash point; ? Kuruksay-3; ? 0.97 Ma BP), 18 km N-E of the Bal'djuan village (Eastern Afghan-Tajik depression, S-Tajikistan) some rhinoceros remains were collected together with *Equus stenonis* Cocchi, 1867 and *Equus* cf. *hydruntinus* Regalia, 1904 remains (attributions by Kozhamkulova 1969). Kozhamkulova (1969) ascribed the rhinoceros remains to *D. mercki* while Belyaeva (in Dmitreva & Nesmeyanov 1982:100) assigned the same to *Dicerorhinus* sp. On his turn, Sharapov (Sharapov 1980 and in Dmitreva & Nesmeyanov 1982: 100) opted for *Dicerorhinus etruscus* (Falconer). Even if the stratigraphy of S-Tajikistan (within the Tajik depression, an intermontane basin) - based on data obtained by biostratigraphical, climatostratigraphical, geological-geomorphological, and physical methods (Dodonov 1973, 1980, 1986, *inter alios*) - would seem to be well-known in the interval Late Pliocene/ Late Pleistocene, we must consider that in the case of Kuruksay the chronology for *S. kirchbergensis* would be questionable.

China, § 2.7, pp. 28-29

According to Dong & al. (1999), *S. kirchbergensis* is also reported from four northeastern Chinese localities: at Miaohoushan (Benxi, Liaoning), at Jinniushan (near Yingkou, Liaoning), at Yushu (a county-level city of Yushu Tibetan Autonomous Prefecture, southern Qinghai province), and at the palaeolithic site of Xiaogushan (30 km SE of Haicheng county, Anshan municipality, Liaoning, northern Liaodong Peninsula; 40° 34' 53" N - 122° 58' 30" E). A mammalian fauna composed of 40 species associated with Xiaogushan Man was unearthed during the archaeological excavations from 1981 to 2007 at Xiaogushan Paleolithic Site (Haicheng, Liaoning Province). The analyses of the fauna and comparison with other related faunas indicate that Xiaogushan fauna is very similar to that of Shanchengzi, Gulongshan and Yushu. It is a typical fauna of Northern Region. Its age is within the middle to late stages of the Late Pleistocene (80-20 ka). Influenced by cold period MIS 4, the cold forms appeared in the fauna.

Nevertheless the decrease in temperature was not very much and the climate was still a temperate one. The fauna's environment was generally humid, with large forest, some water areas and grasslands. It is suitable for prehistoric human habitation during temperate seasons with considerable food and water resources. The cold period MIS4 might push prehistoric human southward to temperate areas or stimulate them to develop fire using and making techniques Dong et al. (1999). Radiocarbon and luminescence dating techniques were applied to date the Xiaogushan cave site. The cave deposits consist of five layers numbered, from bottom to top, Layers 1, 2, 3, 4 and 5. A total of 27 age values were obtained for these layers. The radiocarbon and luminescence ages are consistent within error limits, and these dates are also in stratigraphic order. These indicate that the age values obtained should be reliable. Based on the age determination, the chronology of the deposit layers was established.

Layer 1, fluvial sediment at the bottom of the cave deposits, is 80 ka. Layer 2 is considered to last from 56 ka to 30 ka. Layer 3 was dated to 20-30 ka. Layer 4 is about 17 ka, and Layer 5 is Holocene deposits (Dong et al. 2010).

Iran

From the Qalehjough fossil site (about 32 km W of Torbat Hydaieh, Faizabad geological province, northern part of the Lut Desert, NE Iran, 1,420 m asl,

Fig. 7 - Localisation of the Qalehjough site near Faizabad (Khorassan Razavi province), and other Quaternary fossil sites in Iran.
- *Localizzazione del sito di Qalehjough presso Faizabad (Khorassan Razavi province), e di altri siti del Quaternario in Iran.*

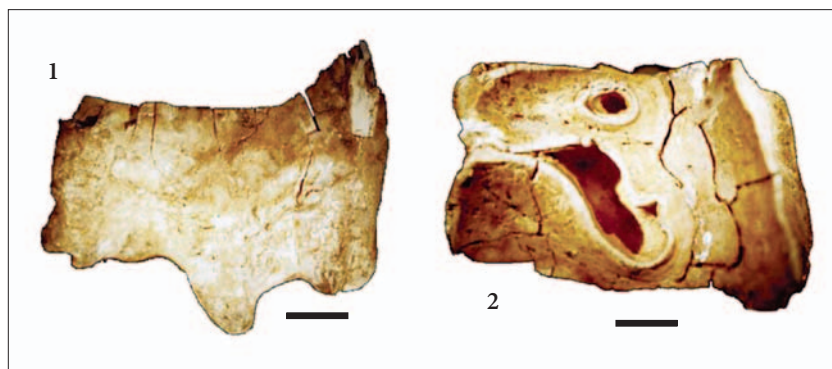



Fig. 8 - *Stephanorhinus* cf. *kirchbergensis* Jäger (1839) from the Qalehjough area, Lut Desert, Eastern Iran (fig. 4.1-2, in the original text) (scale bar = 1 cm) [after Hashemi et al. 2016].
- Stephanorhinus cf. kirchbergensis *Jäger (1839) dall'area di Qalehjough, Deserto di Lut, Iran orientale (fig. 4.1-2, nel testo originale) (scala = 1 cm) [da Hashemi et al. 2016].*

57° 55' E - 35° 18' W) (Fig. 7) - together with other Artiodactyla and Perissodactyla remains belonging to five taxa - would come a right upper premolar [QHJ-45] ascribed to *Stephanorhinus* cf. *S. kirchbergensis* (Jäger, 1839) (Hashemi et al. 2016) (Fig. 8).

Manuscript received on 20.IX.2017, accepted on 09.X.2017.

Acknowledgements

The authors are very greatful to Renato Gasparella for providing them with useful details on the discovery of the fourth premolar from Priabona.

At the same time, for kindly referring the text of the present paper, the authors express their profound gratitude to Benedetto Sala.

References

Babaev, A.M. 1962. Nakhodka iskopaemykh kostey nosoroga, antilopy i loshadi v Tajikskoy depressii [Find of fossil limbs of rhinoceros, antilops, and horses in the Tajik depression] [in Russian, Tajik abstr]. *Doklady Akademii Nauk TadzhSSR* 5 (4): 37-8.

Billia, E.M.E. 2011. Occurrences of S*tephanorhinus kirchbergensis* (Jäger, 1839) (Mammalia, Rhinocerotidae) in Eurasia - An account. *Proceedings of the 7th Romanian Symposium of Palentology, Cluj-Napoca, Romania, October 22-24, 2009), Romanian Society of Palaeontologists. Acta Palaeontologica Romaniae* 7: 17-40.

Billia, E.M.E., & J. Zervanová. 2015. New *Stephanorhinus kirchbergensis* (Jäger, 1839) (Mammalia, Rhinocerotidae) records in Eurasia - Addenda to a previous work. *Gortania, Geologia Paleontologia Paletnologia* 36: 55-68.

Billia, E.M.E., & J. Zervanová. 2016. *Stephanorhinus kirchbergensis* (Jäger, 1839) (Mammalia, Rhinocerotidae) from Vernasso (Udine, NE Italy) and other localities in adjacent areas with reports on Oligo-Mio-Pliocene rhinoceroses . *Gortania, Geologia Paleontologia Paletnologia* 37: 65-83.

Cherdyntsev, V.V. 1969. *Uran-234* [in Russian]. Moskva: Izdvo Nauka.

Dmitreva, E.L., & S.A. Nesmeyanov. 1982. Mlekopitayushchie i Stratigrafya Kontinental'nykh Tretichnykh Otlozheniy Yugo-Vostoka Sredney Asii [Mammals and Stratigraphy of Tertiary Continental Sediments of South-East Middle Asia] [in Russian]. *Trudy PIN AN SSSR* 193: 1-138. Moskva: Izdvo Nauka.

Dodonov, A.Y. 1973. O verkhnepliotsen-nizhnye-pleistotsenovykh otlosheniyakh vostochnoi chasti Tadzhikskoi depressii (basseini rek Kyzylsu i Yakhsu)[in Russian]. In *Stratigrafiya, Paleogeografiya i Litogenes Antropogena Eurazii*, 103-17. Moskva: Izdvo VIEMS.

Dodonov, A.Y. 1980. Principles of stratgraphic subdivision of Upper Pliocene to Quaternary deposits of Tajikistan. In *Graniza Neogena i Chetvertichnoy Sistemy - Sbornik Dokladov)* [Russian and English versions], 22-31. Mezhdunarodny Soyuz po Izuchenyu Chetvertichnogo Perioda. Moskva: Izdvo Nauka.

Dodonov, A.Y. 1986. *Antropogen Yuzhnogo Tadzhikistana* [Anthopogene of Southern Tadjikistan] [in Russian]. Moskva: Izdvo Nauka.

Dong, W., R.Y. Fu & W.W. Huang. 2010. Age and paleoenvironment of Xiaogushan fauna at Haicheng, Liaoning Province. *Chinese Science Bulletin* 55 (24): 2704-8. doi: 10.1007/s11434-010-3227-z.

Dong, W., Q. Xu, C. Jin & J. Liu. 1999. Quaternary herbivore fauna in northeastern China - Evolution under climatic change. *Chinese Science Bulletin* 44 (Suppl. July 1999): 129-32.

Dubrovo, I.A. 1957. Ob ostatkakh *Parelephas wüsti* (Pawl.) i *Rhinoceros mercki* Jaeger iz Yakutii [On remains of *Parelephas wüsti* (Pawl.) and *Rhinoceros mercki* Jaeger from Yakutya] [in Russian]. *Byulleten' Komissii po Izuchenyu Chetvertichnogo Perioda* 21: 97-104.

Forstén, A., & S. Sharapov. 2000. Fossil equids (Mammalia, Equidae) from the Neogene and Pleistocene of Tadzhikistan. *Geodiversitas* 22 (2): 293-314.

Hashemi, N., A. Ashouri, M. Aliabadian, M.H.M. Gharaie, A. Sánchez-Marco & J. Louys. 2016. First report of Quaternary mammals from the Qalehjough area, Lut Desert, Eastern Iran. *Palaeontologia Electronica*, 19.3.44A: 1-12 [www.palaeo-electronica.org/content/2016/1622-quaternary-mammals-of-iran].

Kirillova, I.V., O.F. Chernova, V.V. Kukarskikh, F.K. Shidlovskiy & O.G. Zanina. 2016. The first finding of a rhinoceros of the genus *Stephanorhinus* in Arctic Asia. *Doklady Akademii Nauk* 471 (6): 746-9 (*Doklady Biological Sciences* 471: 300-3). [doi:10.1134/S0012496616060132].

Kirillova, I.V., O.F. Chernova, J. v.d. Made, V.V. Kukarskih, B. Shapiro, J. v. d. Plicht, F.K. Shidlovskiy, P.D. Heintzman, T. v. Kolfschoten & O.G. Zanina. 2017. Discovery of the skull of *Stephanorhinus kirchbergensis* (Jäger, 1839) above the Arctic Circle. *Quaternary Research* 2017: 1-14 [doi:10.1017/qua.2017.53].

Koenigswald, W. v., 1988. Paläoklimatische Aussage letztinterglazialer Säugetiere aus der nördlichen Oberrheinebene. In *Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene*, cur. W. v. Koenigswald, 205-314. Stuttgart: Fischer. Paläoklimaforschung 4.

Koenigswald, W. v., 1995. Mammal Traverse. Quaternary vertebrate faunas in Central Europe. In *Quaternary Field Trips in Central Europe*, cur. W. Schirmer, 2: 707-46. München: Pfeil.

Koenigswald, W. v., & W.D. Heinrich. 1999. Mittelpleistozäne Säugetierfaunen aus Mitteleuropa - Der Versuch einer biostratigraphischen Zuordnung. *Kaupia* 9: 53-112.

Koenigswald, W. v., & F. Menger. 1997. Mögliches Auftreten von *Trogontherium cuvieri* und *Alces latifrons* im letzten Interglazial der nördlichen Oberrheinebene. *Cranium* 14: 2-10.

Koenigswald, W. v., & F. Menger. 2002. Ein ungewöhnlich großer Schädel vom Auerochsen (*Bos primigenius*) aus dem letzten Interglazial von Groß-Rohrheim bei Darmstadt. *Eiszeitalter und Gegenwart* 51: 67-73.

Kotowski, A., D. Nowakowski, P. Kuropka, K. Kołaczyk, J. Badura, R.K. Borówka, R. Stachowicz-Rybka, U. Ratajczak, A. Shpansky, K. Urbański & K. Stefaniak. 2017. Histological analysis and comparison between bones of *Stephanorhinus kirchbergensis* from Gorzów Wielkopolski (Poland), Woolly Rhinoceros *Ceolodonta antiquitatis*, Indian Rhinoceros *Rhinoceros unicornis*, Black Rhinoceros *Diceros bicornis* and White Rhinoceros *Ceratotherium simum*. Preliminary data and Perspectives. In *Quaternary stratigraphy and hominids around Europe: Tautavel (Eastern Pyrenees). International conference INQUA-SEQS 2017.* Volume of abstracts, 58.

Kozhamkulova, B.S. 1969. *Antropogenovaya Iskopaemaya Teriofauna Kazakhstana* [The Anthropogene Fossil Theriofauna of Kazakhstan] [in Russian], 56-70. AN KazSSR (Institut Zoologii). Alma-Ata: Izdvo Nauka.

Marra, F., P. Ceruleo, B. Jicha, L. Pandolfi, C. Petronio, L. Salari, B. Giaccio & G. Sottili. 2016. Chronostratigraphic constraints on Middle Pleistocene faunal assemblages and Acheulian industries from the Cretone lacustrine basin, central Italy. *Journal of Quaternary Science* 31 (7): 641-58 [doi:10.1002/jqs.2889].

Penkov, A.V. 1971. K paleomagnitnoi stratigrafii pliotsenopleistotsenovykh otlozhenii Tadzhikskoi depressii. [On the paleomagnetic stratigraphy of the Plio-Pleistocene deposits of the Tajik depression][in Russian]. In *Khronologiya Lednikogo Veka*, 130-5. Leningrad: Izdvo VGO.

Peretto, C., M. Arzarello, J.-J. Bahain, N. Boulbes, J.-M. Dolo, E. Douville, Ch. Falguères, N. Frank, T. Garcia, G. Lembo, A.-M. Moigne, B. Muttillo, S. Nomade, A. Pereira, M.A. Rufo, B. Sala, S. Qingfeng, U. Thun Hohenstein, U. Tessari, M.Ch. Turrini & C. Vaccaro. 2016. The Middle Pleistocene site of Guado San Nicola (Monteroduni, Central Italy) on the Lower/Middle Palaeolithic transition. *Quaternary International* 411: 301-15 [http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.056].

Ranov, V.A., Sh. Sharapov & A.A. Nikonov. 1973. Fauna, mlekopitayushie, arkheologiya i geologiya stoyanki Odzi-Kichik [Fauna, mammals, archaeology, and geology of the Odzi-Kichik site] [in Russian]. *Doklady Akademii Nauk Tadzhikskoi SSR* 16: 60-3.

Sharapov, Sh. 1980. Melkaya loshad iz mestonakhozhdeniya Kuruksai. In *Graniza Neogena i Chetvertichnoy Sistemy - Sbornik Dokladov* [in Russian]. Moskva: Mezhdunarodny Soyuz po Izuchenyu Chetvertichnogo Perioda, Izdvo Nauka.

Shpansky, A.V. 2016. Novye nakhodki nosoroga Merka (*Stephanorhinus kirchbergensis* Jäger, 1839) (Rhinocerotidae, Mammalia) v Tomskom Priob'e [New finds of Merk's rhinoceros (*Stephanorhinus kirchbergensis* Jäger, 1839) (Rhinocerotidae, Mammalia) in the Tomsk Priob'e region]. *Geosfernye Issledovanya* [Geosphere Research] 1: 24-39 [doi:10.17223/25421379/1/3].

Tatarinov, K.A., & G.A. Bachinsky. 1968. [Cave burials of Pliocene and Anthropogene vertebrates in the western regions of the Ukraine] [in Russian]. *Byulleten Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody* 73 (5): 114-22.

Authors' addresses - Indirizzi degli Autori:
- Emmanuel M.E. Billia
  via Bacchiglione 3, I-00199 ROMA
  e-mail: e.billia@yandex.ru, eme.billia@alice.it
- Júlia Zervanová
  Drobného 16/9, SK-84101 BRATISLAVA
  e-mail: lia20lia@gmail.com

GORTANIA
Geologia, Paleontologia, Paletnologia 38 (2016) 85-120 Udine, 30.XI.2017 ISSN: 2038-0410

Paolo Maddaleni

GROTTE DI INTERESSE PALEONTOLOGICO E PALETNOLOGICO IN FRIULI: STATO DELLE CONOSCENZE E RISULTATI PRELIMINARI DELLA REVISIONE DI ALCUNI MATERIALI

In ricordo di Adriano Del Fabbro (1936-2017), appassionato studioso della preistoria delle grotte friulane

CAVES OF PALEONTOLOGICAL AND PALETNOLOGICAL INTEREST IN FRIULI (NE ITALY): STATE OF KNOWLEDGE AND PRELIMINARY RESULTS OF THE REVISION OF SOME MATERIALS

Riassunto breve - Grotte e ripari sotto roccia sono stati utilizzati dall'uomo sia come ricoveri di tipo stabile o temporaneo che come luoghi di difesa o di "culto". Ambienti "chiusi", per loro natura conservativi, essi appaiono caratterizzati da un elevato potenziale informativo ai fini della ricostruzione del popolamento, in senso diacronico, di un territorio. Il Friuli, per la sua conformazione e costituzione geologica, è ricco di fenomeni carsici: alcuni di questi, soprattutto nell'area prealpina, hanno dato vita a contesti insediativi di notevole interesse, variamente abitati almeno dal Paleolitico medio. I dati disponibili per tali contesti, spesso inediti, sono nella maggior parte dei casi frutto di ricerche datate compiute a partire dagli inizi del secolo scorso. Il loro inquadramento cronologico e culturale, in assenza di dati contestuali, può oggi basarsi sulla sola analisi tipologica dei reperti recuperati, in particolare quelli ceramici e litici. Fanno eccezione il Riparo di Biarzo e la Grotta di Cladrecis (oggetto di scavo negli anni '80 del secolo scorso) ed alcune cavità della pedemontana Pordenonese (ultimi decenni - in corso: Grotte del Rio Secco e del Clusantin), gli unici ad essere stati oggetto di scavo e studi post-scavo sistematici. L'analisi bibliografica e l'avvio della revisione delle collezioni (in particolare del Museo Friulano di Storia Naturale di Udine e del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano), insieme alla raccolta di dati inediti, costituiscono la base sulla quale si improntera una successiva analisi sistematica dei materiali e l'eventuale programmazione della ricerca sul territorio al fine di ricostruire e caratterizzare la funzionalità di tali contesti sia in senso sincronico che diacronico.
Parole chiave: Grotte, Pleistocene, Olocene, Preistoria, Protostoria, Friuli.

Abstract - *Caves and rock shelters were inhabited by man and used both as permanent or temporary sites and defence or "worship" places. As closed environments, conservative by nature, they are characterised by a high informational potential for the reconstruction of the diachronic population of a territory. The Friuli area (NE Italy), because of its geological structure and characteristics, is rich in karst phenomena and some of them, especially in the pre-Alpine area, were inhabited since Middle Palaeolithic and represent sites of considerable interest. The available data for those, often unpublished, contexts are in most cases the result of old research carried out since the beginning of the last century and their chronological and cultural framework, in the absence of contextual data, now can only be based on the typological analysis of the unearthed finds, especially ceramic and lithic artifacts. The only exceptions are represented by the Biarzo shelter and the Cladrecis cave (in the province of Udine, in the 1980s), and some cave sites of the Carnic pre-Alps (in the province of Pordenone, in the last decades: Rio Secco and Clusantin caves): they have been the only sites subjected to excavations and systematic post-excavation studies. The bibliographic analysis and the ongoing revision of the collections (in particular those of the Museo Friulano di Storia Naturale di Udine and the Circolo Speleologico e Idrologico Friulano), together with the collection of unpublished data, are the basis upon which the subsequent systematic analysis of the cultural materials and the purpose of planning for the research on the territory will be entrusted in order to reconstruct and characterize the functionality of such contexts both in synchronous and diachronic terms.*
Key words: Caves, Pleistocene, Holocene, Prehistory, Protohistory, Friuli, NE Italy.

Introduzione

La ricerca archeologica e paleontologica nelle cavità del territorio friulano ha una lunga tradizione che muove i sui primi passi sul finire dell'Ottocento. Conoscendo le grotte ed avendovi già praticato indagini speleologiche nell'ambito delle attività del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano (CSIF), molti studiosi - da Feruglio a Musoni, Alfonsi, Gortani, De Gasperi e Desio - per citare solo alcune delle principali figure, hanno eseguito sondaggi di scavo o si sono limitati alla raccolta dei materiali culturali affioranti alla superficie

Fig. 1 - Valle del Natisone: il bancone carbonatico ove si apre la Grotta di San Giovanni d'Antro. L'imbocco della cavità, esposto a Sud e protetto da una chiesetta e da alcune strutture fortificate, è ben individuabile dal fondovalle (foto A. D'Andrea).
- *Natisone valley: the thick carbonatic layer where the San Giovanni d'Antro Cave opens. The entrance of the cave, South facing and protected by a small church and some fortified structures, is clearly visible from the bottom of the valley (photo A. D'Andrea).*

dei depositi. A questi lavori pionieristici hanno fatto seguito in maniera continuativa le numerose ricerche condotte dai Gruppi speleologici regionali tra cui, oltre al citato CSIF di Udine, si possono ricordare l'ANF e l'AFR (Associazione Naturalistica Friulana e Associazione Friulana Ricerche di Tarcento), il GSP (Gruppo Speleologico di Pradis), il GSS (Gruppo Speleologico di Sacile), l'USP (Unione Speleologica Pordenonese) e il Gruppo Speleo Bertarelli di Gorizia, attivi però, in questo campo, solo negli ultimi decenni.

Negli anni queste ricerche hanno portato all'individuazione di numerosi contesti archeologici che in alcuni casi, come il Foràn di Landri (scavi 1920) e successivamente il Ciòndar des Paganis (scavi anni Sessanta del secolo scorso), mostrarono i primi tentativi di programmazione scientifica delle indagini di scavo secondo i metodi stratigrafici allora conosciuti.

Negli anni Ottanta del secolo scorso, solo alcuni contesti quali la grotta di Cladrecis (Prepotto, Udine) e il Riparo di Biarzo (San Pietro al Natisone, Udine) sono stati oggetto di indagini sistematiche. Accurate analisi post-scavo, condotte secondo i più avanzati metodi scientifici su campioni faunistici provenienti dal Riparo di Biarzo, continuano a restituire risultati di estremo interesse per le loro implicazioni culturali di portata sovra-regionale (Vai et al. 2015). A riprova del significativo potenziale archeologico dei contesti in grotta, si pongono inoltre i risultati delle indagini sistematiche portate avanti dall'Università di Ferrara negli ultimi decenni in relazione ad alcuni siti delle Prealpi Carniche (Grotte del Rio Secco e del Clusantin nell'Altopiano di Pradis), che consentono oggi di ridisegnare il quadro delle conoscenze del più antico popolamento del Friuli da parte dei gruppi di cacciatori-raccoglitori paleolitici con evidenze che documentano eccezionalmente la frequentazione di questo settore dell'area prealpina già a partire dal Paleolitico medio finale (es. Peresani et al. 2014).

Grotte [di interesse archeologico] in Friuli: note geologiche e climatiche

A fronte della naturale ed estesa disponibilità di grotte e ripari nel territorio friulano preso in esame dal presente lavoro, le testimonianze relative al popolamento antropico delle grotte in epoca preistorica e protostorica presentano numerose lacune che sembrano riflettere

più lo stato della ricerca che un'effettiva assenza di evidenze.

La regione Friuli Venezia Giulia presenta un diffuso fenomeno carsico, grazie alla grande estensione degli affioramenti di rocce calcare (e carbonatiche in generale; cfr. CARULLI 2008) e alle condizioni climatiche. Mentre nelle zone di alta montagna, per tutta una serie di ragioni geologiche, il fenomeno carsico si presenta soprattutto con grande sviluppo verticale (ad esempio l'Altopiano del Monte Canin), in altre aree, in particolare quelle prealpine ed il Carso, sono ben diffusi anche sistemi carsici ad andamento prevalentemente orizzontale.

Facendo riferimento alle aree carsiche più note, dal punto di vista più prettamente stratigrafico lo sviluppo dei fenomeni carsici, sia ipogei che epigei, è soprattutto a carico dei calcari devoniani nella fascia di confine italo-austriaco, di quelli del Triassico superiore nell'area del Monte Canin e di quelli cretacei nelle aree prealpine (Cansiglio, Pradis, Bernadia, Carso Triestino e Goriziano). Peculiare dell'area friulana è poi la presenza di cavità naturali che si sviluppano nei banconi carbonatici all'interno del Flysch cenozoico (Valli del Natisone, Villanova delle Grotte).

Non vanno poi dimenticati i fenomeni paracarsici, ovvero quelli che vedono la formazione di cavità in rocce non essenzialmente carbonatiche (come ad esempio i conglomerati): in questo caso le grotte sono generate dall'azione meccanica (crolli, erosione, etc.) e non da quella chimica. Tali fenomeni non producono cavità a grande sviluppo ma determinano spesso la formazione di semplici ripari, rivelatisi in alcuni casi di grande interesse paletnologico (il Riparo di Biarzo ne è un esempio).

Nell'esaminare il rapporto fra uomo e caverne gioca un ruolo significativo, ovviamente, anche l'aspetto climatico. Sicuramente il Carso durante il Pleistocene superiore è stato maggiormente soggetto alla frequentazione antropica grazie al clima mite, al contrario delle zone prealpine e alpine, ancora fortemente influenzate dal clima più rigido dell'Ultimo Glaciale Würmiano: i siti abitativi in grotta, pertanto, erano più diffusi e frequentati che nel resto della regione. Anche durante la massima espansione glaciale (LGM, attorno ai 20 mila anni fa; FONTANA 2006; RAVAZZI et al. 2007) mentre l'area alpina era coperta da una estesa coltre glaciale che lasciava libere solo le cime più elevate (che peraltro svolgevano spesso un ruolo "glacigeno"), l'area prealpina era in parte priva di ghiacci: la lingua glaciale del Natisone si fermava, probabilmente, all'altezza dell'attuale zona di confine, così come erano libere l'area del Bernadia e le vallate vicine, le porzioni più meridionali delle Prealpi Carniche e la zona del Consiglio-Piancavallo. La deglaciazione würmiana è divenuta significativa solo dopo i 10 mila anni fa, quando il ghiacciaio tilaventino si ritirò significativamente, lasciando tracce di sé con l'Anfiteatro morenico a Nord di Udine.

In un contesto di questo tipo, comune peraltro a tutte le zone alpine, è ovvio come complessa risulti l'individuazione di insediamenti umani particolarmente antichi nell'area montana, mentre i rilievi prealpini (e le loro grotte) hanno sempre rappresentato un ottimo rifugio e un luogo di stazionamento per l'uomo preistorico.

Un cenno merita poi la presenza di materia prima: l'uomo utilizzava soprattutto la selce per la produzione di strumenti. Da questo punto di vista molte formazioni rocciose affioranti in Friuli contengono noduli e liste di selce (Dolomia di Forni del Triassico superiore nell'area dell'Alto Tagliamento, calcari giurassici dell'area prealpina, etc.) così come è relativamente facile individuare noduli di selce negli alvei fluviali. In generale, però, non si tratta di una materia prima di grande qualità e non è facilmente lavorabile (a differenza, ad esempio, di quella proveniente dalla Piattaforma Veneta).

Stante la revisione dei dati effettuata sui contesti compresi nel presente lavoro, è stato possibile evincere solo in casi numericamente alquanto contenuti informazioni stratigrafico/sedimentologiche relative allo stato originario dei depositi. Lo stato di preservazione di questi ultimi, esaminati sulla base della documentazione disponibile in letteratura, sembra del resto generalmente non buono a causa dei ripetuti interventi di scavo non stratigrafico e/o di recupero occasionale di reperti succedutisi negli anni oltre che alla effettiva asportazione di settori anche alquanto estesi degli stessi, conseguente al diffuso utilizzo a scopi militari delle cavità e dei ripari occorso durante i due conflitti mondiali o alla realizzazione di installazioni e percorsi funzionali alla fruizione turistica.

La presente revisione, fornendo una fotografia delle attuali conoscenze dei rinvenimenti in grotta in Friuli, vuole fungere da stimolo per un nuovo impulso alle ricerche in questi ambiti ancora poco conosciuti.

Il complesso lavoro di verifica dei dati e lo studio dei reperti da poco avviato in relazione a specifici contesti in grotta conservati nelle collezioni del Museo Friulano di Storia Naturale e nella collezione depositata presso il Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, ha già evidenziato alcune criticità ben note, si pensi alla presenza di una pluralità di resoconti editi di bassa attendibilità scientifica, alla perdita parziale dei manufatti originariamente rinvenuti a seguito delle vicissitudine occorse alle collezioni durante i due conflitti mondiali, la cui documentazione rimane affidata ai soli dati editi, talora con evidenti problemi di congruità (es. reperti vascolari rinvenuti da Ardito Desio nel 1914 nella Grotta di Paciuch: BRESSAN 1997) non risolvibili, o alla difficile ricomposizione dei repertori materiali venuti alla luce nei singoli contesti da sottoporre a revisione, stante il loro frequente smembramento tra più Istituzioni.

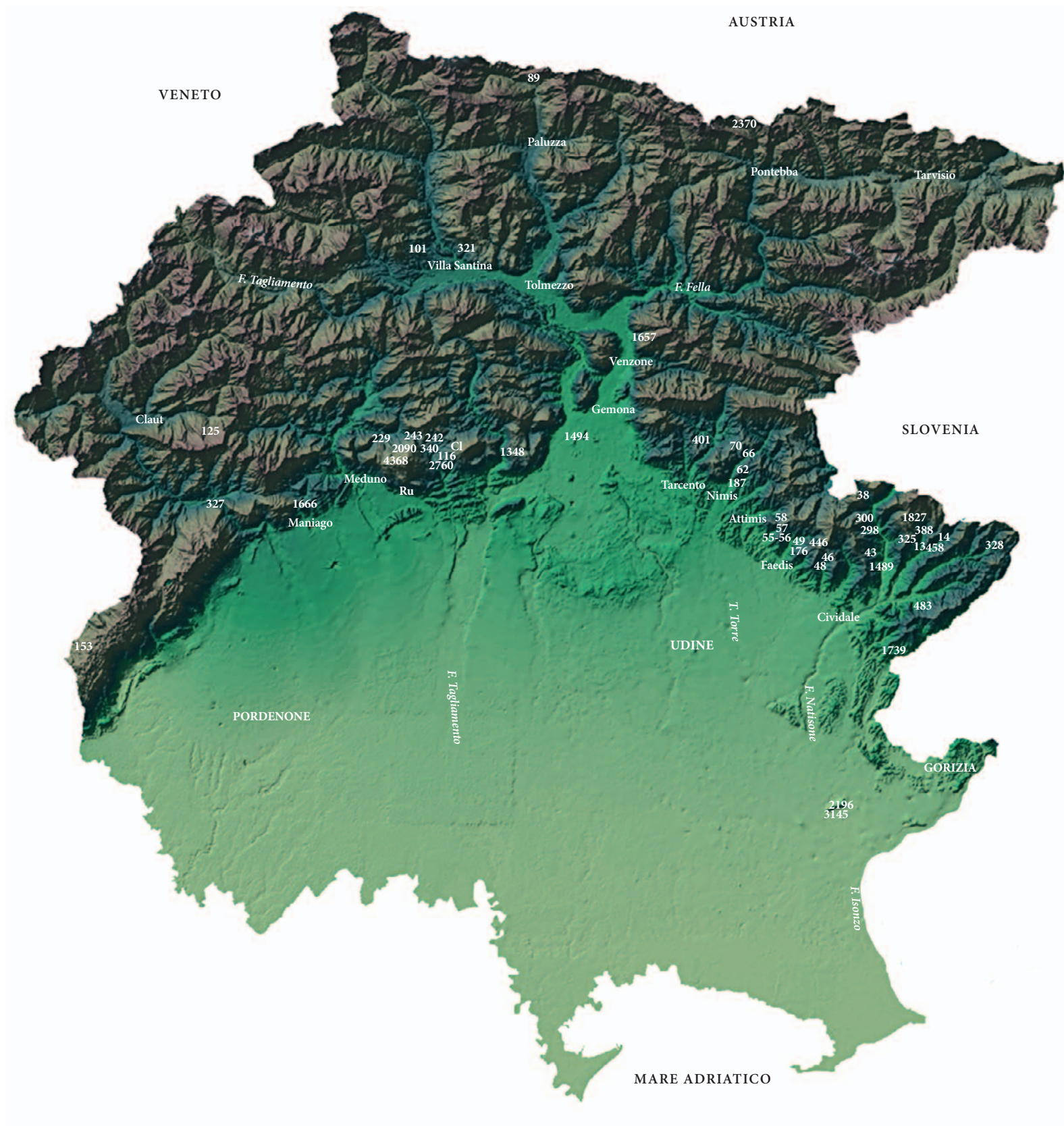



Fig. 2 - Localizzazione delle grotte descritte nel testo: il numero è quello di Catasto Grotte Friuli (Fr); per i dati si veda la Tab. I.
- *The localization of the caves indicated in the text: the number corresponds to that of the Catasto Grotte Friuli (Fr); as to the data see Tab. I.*

La revisione dei repertori materiali lascia comunque intravedere per il futuro interessanti linee di ricerca come quella relativa alla continuità d'uso delle cavità naturali in età storica come rifugi temporanei lungo vie di transumanza già in uso in epoche precedenti.

Il catalogo

Vengono descritte le cavità che hanno restituito tracce di frequentazione in epoca preistorica e/o protostorica e reperti faunistici di un certo interesse, con particolare attenzione alle faune pre-oloceniche, in alcuni casi provenienti da deposti che, stanti i dati disponibili, risultano privi di evidenze culturali associate.

Di ogni grotta/riparo viene indicato per primo il numero di catasto: quello storico del Catasto Friuli (Fr) e a seguire quello del Catasto Regionale delle Grotte del Friuli Venezia Giulia (Reg)[1]. Seguono brevi indicazioni sulla località e sullo sviluppo della cavità (informazioni più dettagliate sulla relativa posizione sono riportate nella Tab. I e riportate in Fig. 2). Vengono quindi forniti i dati di tipo geologico e geomorfologico della cavità, con informazioni provenienti in gran parte dalle schede del Catasto Storico Friuli[2] e da quelle del Catasto Regionale delle Grotte (http://www.catastogrotte.fvg.it/) e, a seguire, quelli relativi alla tipologia dell'indagine effettuata (scavo, sondaggio, raccolta di superficie, recupero casuale, etc. con indicazione, ove possibile, dell'anno e dell'autore della ricerca), alla cronologia (relativa ai soli aspetti culturali), secondo un dettaglio crescente (Cronologia, Periodo, Ambito culturale) a seconda dei dati disponibili, sino a giungere alla descrizione puntuale dei materiali culturali e/o faunistici rinvenuti, fornendo, laddove i dati[3] lo consentano, anche il riferimento a specifici dati contestuali (localizzazione dei sondaggi di scavo; descrizione della sequenza stratigrafica, delle caratteristiche del deposito quanto a consistenza, colore, componenti, etc.).

Segue l'indicazione delle Istituzioni ove il materiale è conservato, sebbene sia necessario sottolineare l'impossibilità di verificare *in toto* l'esatta consistenza dei depositi, soprattutto in relazione alle collezioni di reperti provenienti dagli scavi più datati, sia per il carattere non sistematico delle raccolte che, come detto, per le vicissitudini storiche cui i reperti sono andati incontro tra i due conflitti mondiali. Il tentativo di ricomporre tali collezioni, smembrate tra più istituzioni, e di raccogliere informazioni, per quanto possibile direttamente dagli autori delle indagini, in assenza di documentazioni scritte o di dati editi non del tutto congruenti, rappresenta una delle principali finalità del presente lavoro, in questa fase iniziale limitato alla sola verifica della consistenza e all'analisi delle collezioni conservate presso il Museo Friulano di Storia Naturale (MFSN) e presso il Circolo Speleologico e Idrologico Friulano (CSIF), di cui si presentano in questa sede anche alcuni risultati preliminari.

Quanto alla bibliografia, si è scelto di comprendere solo le pubblicazioni principali, quali gli studi di dettaglio tra i resoconti più datati e le pubblicazioni recenziori che propongono revisioni significative dei repertori materiali o acquisizioni di nuovi dati, al fine di fornire uno strumento di facile e diretta consultazione. Apparati bibliografici completi e aggiornati sono comunque consultabili in Cassola et al. 2014 ("Per una bibliografia della Preistoria e Protostoria del Friuli Venezia Giulia") e Guidi 1997 ("Bibliografia Speleologica del Friuli").

Si è inoltre ritenuto utile citare le cavità spesso indicate in letteratura quali siti di interesse archeologico, pre-/protostorico in particolare, ma che, stante la revisione dei dati editi disponibili, non presentano alcuna evidenza certa per i periodi più antichi ma, eventualmente, solo resti materiali riferibili a epoche storiche (dall'epoca romana al Medioevo, se non oltre): di queste si dà conto nelle annotazioni.

Il repertorio che segue costituisce una valida base per la realizzazione di un archivio informatico georiferito pensato per integrare il C.R.I.G.A. (Catasto Ragionato Informatico della Grotte Archeologiche), progetto avviato alcuni anni fa (Montagnari & Cucchi 2001; Montagnari et al. 1999) e sviluppato finora per l'area del Carso triestino e goriziano (http://progetti.divulgando.eu/criga/progetto.html), e fornisce una serie di informazioni utili per un'auspicabile implementazione della base-dati del Catasto Regionale delle Grotte del Friuli Venezia Giulia.

Non da ultimo, i dati raccolti possono costituire un valido supporto ai fini della redazione, per i territori interessati, di carte di potenziale/rischio archeologico, strumento imprescindibile previsto obbligatoriamente dalla normativa vigente per l'approvazione degli strumenti della pianificazione territoriale, oltre che per l'eventuale programmazione di interventi di tutela e di valorizzazione culturale e/o turistica dei contesti in grotta di interesse archeologico presenti nelle province di Udine e Pordenone (Maddaleni 2010).

1) In bibliografia il numero identificativo di ciascun contesto fa in prevalenza riferimento al Catasto Grotte del Friuli (sigla Fr), anche per il fatto che molti degli articoli sono precedeneti all'istituzione del Catasto Grotte Regionale (cfr. nota 2).

2) Il Catasto delle Grotte del Friuli è curato, sin dalla sua fondazione, avvenuta nel 1897, dal Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine. Nel 1970 la Regione Friuli Venezia Giulia ha istituito (e ancora aggiorna) il Catasto Regionale delle Grotte, costituito dall'unione dei dati allora presenti nei catasti grotte Friuli e Venezia Giulia, quest'ultimo curato dalla Commissione Grotte "E. Boegan" della SAG di Trieste.

3) I dati utilizzati provengono sia dalla letteratura, comprese le relazioni di scavo inedite conservate presso l'archivio del CSIF, che dalle schede del Catasto Grotte Friuli, curato dallo stesso sodalizio udinese.

Grotte e Ripari in provincia di Udine

13/164 Veljka Jama (Grotta grande)
Tercimonte, Savogna; sviluppo 37 m, quota ingresso 382 m slm, dislivello 2 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta si apre in una parete di carbonatica (bancone calcarenitico nel Flysch di Monte Brieka del Maastrichtiano, Cretaceo sup.) alle pendici meridionali del Monte Matajur, in località Ponte Rante (o di Blasin) presso Tercimonte, nell'alta valle del Torrente Rieka (affluente di sinistra del Torrente Alberone che, a sua volta si immette nel Natisone). L'ingresso della grotta è esposto a SE; la cavità è costituita da una galleria al termine della quale il soffitto si abbassa fino a formare uno stretto budello.

Tipologia di Indagine: Primi sondaggi 1902-03 (soci del CSIF); scavi 1904 (Musoni) e 1910 (Alfonsi); sondaggi e rinvenimenti occasionali successivi.

Cronologia: Preistoria, Protostoria.

Periodo: Eneolitico-Bronzo Antico (fase recente).

Descrizione: Stando ai resoconti dei primi scavatori i resti della cultura materiale e i reperti faunistici risultano provenienti da almeno due distinti livelli stratigrafici. Nel primo, più superficiale, vennero rinvenuti tre depositi di ceneri e legni carbonizzati, parzialmente concrezionati e associati a materiali ceramici, litici e faunistici che De Gasperi (1916: 191) così descrive: "*gli avanzi dell'industria sono numerosissimi [...] non mancano punteruoli d'osso, pezzi di corno lavorati, un frammento di* Mytilus edulis *e due piccole selci foggiate a lama di coltellino. Il tutto mescolato con ceneri e carboni e ossami d'animali domestici e selvatici rotti e spaccati*". Alla base di tale deposito venne rinvenuto un crostone stalagmitico con, al di sotto, resti di *Ursus spelaeus.* I settori residuali del deposito, risparmiati dalle prime indagini, risultano compromessi da scavi non autorizzati ad eccezione forse di qualche lembo sotto parete (Fig. 3).

Fig. 3 - Velika Jama: in primo piano le buche lasciate dagli scavi (in parte anche abusivi) (foto A. D'Andrea).
- *Velika Jama: in the foreground the pits left by excavations (partly also unauthorized) (photo A. D'Andrea).*

I materiali culturali recuperati nel corso dei primi scavi risultano parzialmente dispersi. Tra i reperti ceramici si annoverano boccali, ciotole semplici e carenate, ollette e olle decorate con impressioni digitali sotto l'orlo e superfici a striature, mentre tra i motivi decorativi sono attestati cordoni impressi orizzontali, motivi "a denti di lupo" e superfici il cui trattamento richiama le ceramiche a "squame" dell'Eneolitico italiano. Le caratteristiche tipologiche dei materiali trovano un confronto con la Cultura del Ljubljansko barje del pieno Eneolitico sloveno e con altri complessi cronologicamente inquadrabili tra Eneolitico e Bronzo Antico. Indicatore di contatti a lunga distanza con l'Europa centro-orientale connessi in particolare alla *facies* centro-europea di Gata-Wieselburg (Austria nord-orientale e Ungheria) della fase recente del Bronzo Antico, è il cosiddetto vaso "a clessidra" con alto orlo svasato e corpo carenato e doppia ansa a gomito impostata tra la base dell'orlo e la massima espansione di cui un esemplare è stato qui rinvenuto pressoché integro (Collezione MSFN). Tra i materiali conservati si annoverano inoltre manufatti in osso, tra cui alcuni punteruoli, conservati nei depositi dei Civici Musei di Udine, e alcune schegge in selce non ritoccate.

Stanti le notazioni stratigrafiche pervenuteci i reperti faunistici pertinenti a *Ursus spelaeus* sono di certa attribuzione pleistocenica. Quanto alle restanti faune selvatiche, comprendenti significativi resti di *Marmota marmota* e *Aquila chrysaetos* (metatarso sinistro e 1 falange ungueale: Fabiani 1912: 36, tav. 1, 1-2) oltre a resti di cervo, capriolo, cinghiale, lupo e faune domestiche (bue, caprovini, maiale), in assenza di dati puntuali sulle circostanze del rinvenimento, non risulta possibile ricostruire la loro originaria attribuzione stratigrafica.

Deposito dei Materiali: Museo Friulano di Storia Naturale di Udine; Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine; Civici Musei e Gallerie di Storia e Arte di Udine.

Bibliografia: - 1903; Alfonsi 1912; Bianchetti 1970; Bressan 1986, 1987a, 1988, 1989, 1997; Dalla Vecchia 2008; De Gasperi 1916; Del Fabbro 1975b; Fabiani 1912; Musoni 1904, 1905; Pessina & Carbonetto 1998 (scheda 36); Pigorini 1905; Tasca 1999.

Annotazioni: La grotta, come è avvenuto spesso per tutte le cavità delle Valli del Natisone, venne inizialmente erroneamente attribuita al Neolitico (Musoni 1905).

14/279 Mala Pec (Piccolo forno)

Tercimonte, Savogna; sviluppo 25 m, quota ingresso 355 m slm, dislivello 0 m.

Geologia e Geomorfologia: Si sviluppa in un banco calcarenitico nel Flysch di Monte Brieka del Maastrichtiano (Cretaceo superiore). La grotta, in versante destro della valle del Torrente Rieka, è raggiungibile seguendo il sentiero a monte di Ponte Rante che sale in direzione Cepletischis. La cavità, subito dopo l'ingresso, presenta una saletta dalla quale di dipartono tre rami quasi paralleli, in direzione NW.

Tipologia di Indagine: Sondaggi 1957-58 (MFSN e soci del CSIF).

Descrizione: Tra i reperti faunistici raccolti nel 1958 si annoverano resti di *Ursus* sp., *Marmota marmota*, riferibili ad una associazione pleistocenica, che non trovano però ad oggi un pieno riscontro con la consistenza dei materiali conservanti nella collezione museale. Tra le faune domestiche, riferibili plausibilmente ad una diversa associazione, si annoverano resti di *Ovis* vel *Capra* sp. e *Bos primigenius*.

Deposito dei Materiali: Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: - 1958; Bon et al. 1991; Bressan 1987a, 1997, Leonardi 1934.

Annotazioni: In letteratura questa grotta viene talora confusa, per la somiglianza del toponimo, con la Mala Jama 458/1015 (cfr. Bon et al. 1991; Bressan 1987a, 1997), che si apre poco a valle della Velika Jama. La verifica effettuata sui cartellini che accompagnano i reperti in collezione e i dati bibliografici hanno confermato che i reperti conservati al MFSN provengono dalla Mala Pec.

38/134 Grotticella di Tanadjamo

Pradolino, Pulfero, sviluppo 120 m, quota ingresso 550 m slm, dislivello 0 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta, formatasi nei calcari di piattaforma del Giurassico (Calcari della Fornace del Lias-Dogger), si apre poco distante dai ruderi delle Malghe Tamparian, sul declivio SW del Monte Mia. La grotta è una galleria d'interstrato in salita che, a metà percorso, si divide in due piccoli cunicoli sempre più stretti.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie (soci del CSIF).

Descrizione: Negli anni '80 del secolo scorso sono stati rinvenuti reperti ossei tra cui si annoverano resti (denti e metacarpo) di *Ursus spelaeus*.

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine.

Bibliografia: Bressan 1997; Tellini 1899a.

Annotazioni: In Bressan 1997 i resti faunistici vengono erroneamente attribuiti alla *Grotticella di Pod Jamo/Pod Jama (39/135)* che si apre a breve distanza da quella di Tanadjamo.

43/4 Grotta di San Giovanni d'Antro

Antro, Pulfero; sviluppo >4000 m, quota ingresso 350 m slm, dislivello 96 m.

Geologia e Geomorfologia: Si apre in una parete calcarenitica del Paleocene-Eocene (Megastrato del Monte Joannaz nel Flysch del Grivò), raggiungibile attraverso un bel sentiero che parte dalla borgata di Antro. La grotta, il cui accesso è inglobato in una chiesa fortificata in stile gotico del XV secolo con rimaneggiamenti successivi (Fig. 4), corrisponde ad una risorgiva temporanea e viene percorsa da un cospicuo corso d'acqua in caso di forti piogge. Il sistema sotterraneo è particolarmente complesso e presenta uno sviluppo conosciuto di oltre 4 km (ricerche prima della CGEB e poi del CSIF).

Tipologia di Indagine: sondaggio 1899 (Tellini); recuperi casuali successivi (soci del CSIF e altri); ricognizione 2005 (Maggi, Magrini).

Cronologia: Protostoria, Epoca Romana, Medioevo.

Descrizione: La grotta ha restituito numerosi resti di *Ursus spelaeus* rinvenuti in corrispondenza dei depositi sabbiosi presenti nel settore dei laghetti attrezzato per scopi turistici, e parzialmente lungo la galleria iniziale, oltre al tratto allagato; provengono probabilmente da una breccia ossifera localizzata in un punto di poco precedente la Sala Tellini. Una breccia ossifera è presente anche all'ingresso della cavità subito sotto l'altare. Nella collezione del MFSN sono inoltre attestati alcuni denti umani (2 incisivi, 1 premolare, 1 molare) la cui attribuzione al sito risulta però incerta.

Tra i materiali culturali conservati al MFSN, attualmente in revisione (Zendron com. pers. 2017), si annoverano reperti ceramici (frammenti riconducibili a contenitori ad impasto non depurato tra i quali si segnala un'olla biconica con orlo svasato e pareti decorate da due linee incise orizzontali ondulate e superfici interna ed esterna trattate a scopettato), metallici (manufatti in

Fig. 4 - San Giovanni d'Antro: l'ingresso con la chiesetta e l'edificio fortificato (foto A. D'Andrea).
- *The San Giovanni d'Antro Cave: the entrance with the little church and the fortified building (photo A. D'Andrea).*

Fig. 5 - San Giovanni d'Antro: il primo tratto della parte "turistica"; nei laghetti si trovano, fluitati, frammenti ossei di *Ursus spelaeus* (foto A. D'Andrea).
- *The San Giovanni d'Antro Cave: the first part of the "touristic" part; bone fragments of* Ursus spelaeus*, washed downstream, have been found in the ponds (photo A. D'Andrea).*

ferro tra cui frammenti di coltelli a codolo) e industria litica (schegge in selce) le cui caratteristiche tipologiche non risultano significative ai fini di una puntuale attribuzione cronologica.

Negli anni Novanta del secolo scorso, ai piedi della parete sotto la grotta, venne rinvenuto un arco di fibula a noduli in bronzo riferibile al periodo medio La Tène (conservata al MAN di Cividale del Friuli).

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine; Museo Archeologico Nazionale di Cividale del Friuli (Udine); Museo Friulano di Storia Naturale di Udine; Museo della Grotta di Antro, Pulfero (Udine).

Bibliografia: Bon et al. 1991; Bressan 1987a, 1997; Brozzi 1966a, 1966b; Chiappa 1994; Dal Piaz 1928; Fabiani 1919; Leicht 1911; Miotti 1981; Quarina 1952; Rupel 2000, 2006; Taramelli 1874; Tellini 1899b.

Annotazioni: La presenza di una possibile frequentazione preistorica del sito menzionata da Brozzi (1966a) che così afferma: "*E al Neolitico pensiamo debba riferirsi quel materiale (che peró non siamo riusciti a rintracciare), a cui molti autori fanno cenno come proveniente dalla grotta di S. Giovanni d'Antro*", non trova un riscontro con i reperti presenti nelle collezioni esaminate. Anche Rupel (2006: 48) ricorda come "*parte del materiale preromano fu attribuito al Neolitico, come nel caso di altre cavità esplorate nello stesso periodo*".

All'epoca romana, quando la grotta servì da postazione militare nel sistema difensivo della X Regio, si riferisce il rinvenimento casuale di frammenti di embrici, riferito da Tellini (1899b: 20, riproposto da Quarina 1952) il quale così riporta: "*alcuni scavi che vi feci praticare in parecchi punti fino alla roccia offrirono parecchi frammenti di embrici romani, una moneta di rame della Repubblica Veneta e pezzetti inconcludenti di ferro*". All'epoca longobarda risalgono le prime opere murarie del luogo di culto. Allo stesso periodo sembrano rimandare i resti di una struttura muraria con pietre squadrate rinvenute nei pressi della grotta, pertinente ad un fortilizio (Miotti 1981: 49). Nel complesso è comunque da rilevare il forte disturbo dei depositi della cavità connessi sia a fattori di tipo naturale (attività idrica) che antropico (dal Medioevo ad oggi), conseguenti alla costruzione in più fasi della chiesa posta all'ingresso e agli interventi più recenti (nel corso degli anni Sessanta del secolo scorso) funzionali alla trasformazione turistica del primo tratto della cavità (Fig. 5).

Fig. 6 - Foràn di Landri: il salone interno visto verso l'ingresso; la pozza, creata dal ruscello interno, occupa l'area dello scavo di inizio Novecento (foto I. Pecile).
- *The Foràn di Landri Cave: the entrance seen from the inside of the cave; the puddle, created by the internal stream, occupies the excavation area (dated back to beginning of the twentieth century) (photo I. Pecile).*

46/11 Foràn di Landri - Ciòndar di Landri

Val Chiarò di Presento, Torreano di Cividale; sviluppo 263 m, quota ingresso 485 m slm, dislivello 56 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta si apre in un banco calcarenitico all'interno del Flysch del Grivò (Eocene-Paleocene), tra il Monte Piccat e il Monte S. Lorenzo, nella vallecola del Rio Foràn, nel versante destro della valle del Torrente Chiarò di Presento. L'ampio ingresso immette in una sala subcircolare di una cinquantina di metri di diametro da cui si diparte, a destra, una larga ma breve galleria in salita e, a sinistra, una stretta galleria sifone che conduce ad una piccola sala.

Tipologia di Indagine: sondaggi 1910 (De Gasperi), 1914 (Piacentini); scavi 1920 (soci del CSIF sotto la guida di Egidio Feruglio[4]), 1959 (soci del CSIF: Caracci e Moro); sondaggi 1989-1991 (soci del CSIF).

Cronologia: Preistoria, Protostoria, Medioevo (?).

Periodo: Neolitico (?), Eneolitico-Bronzo Antico, seconda età del Ferro.

Descrizione: Il sito[5], menzionato per la prima volta da Giovanni Marinelli nel 1876, fu oggetto dei primi rilievi da parte di Achille Tellini (1899a: 8) e successivamente di Giovan Battista De Gasperi (1916) che, al pari di Piacentini, pur non effettuando alcun rinvenimento, ne ribadì il grande potenziale paletnologico. Esito negativo ebbero anche le ricerche svolte da soci del CSIF nel 1959.

Le indagini compiute da Feruglio si concentrarono nella sala centrale suddivisa in tre settori: NE (A), centrale (B) e NW (C) (Fig. 8). Nel settore A venne individuato uno strato sciolto composto da pietrisco e sedimento con associati "*pochi resti ossei, alcuni cocci e uno o due oggetti in selce, insieme a qualche carbone: il tutto rimescolato senza alcun ordine di successione*" (Feruglio 1921: 5). Nei settori B e C la successione stratigrafica appare diversa e più articolata, e ha restituito la maggior parte dei materiali culturali (frammenti ceramici, manufatti in selce e in osso e reperti metallici). Da segnalare, a varia profondità nella sequenza stratigrafica, la presenza "*di un letto di stra-*

4) Gli scavi CSIF vennero condotti con il sostegno finanziario "*della Società di Paleontologia Umana, della Regia Sopraintendenza ai musei e scavi del Veneto e l'interessamento personale del prof. Conte Ruggero della Torre, direttore del Regio Museo Archeologico di Cividale*" (Feruglio 1921: 3-4).

5) Al sito, data la sua rilevanza e ai fini della tutela dei depositi ancora presenti, è stato imposto il vincolo archeologico.

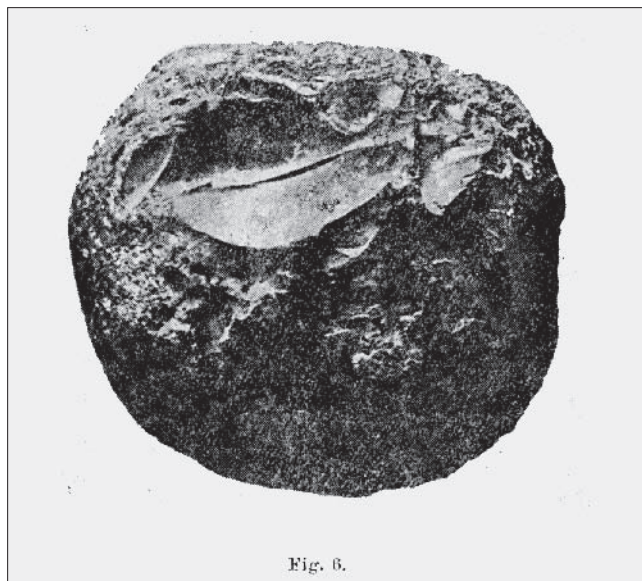
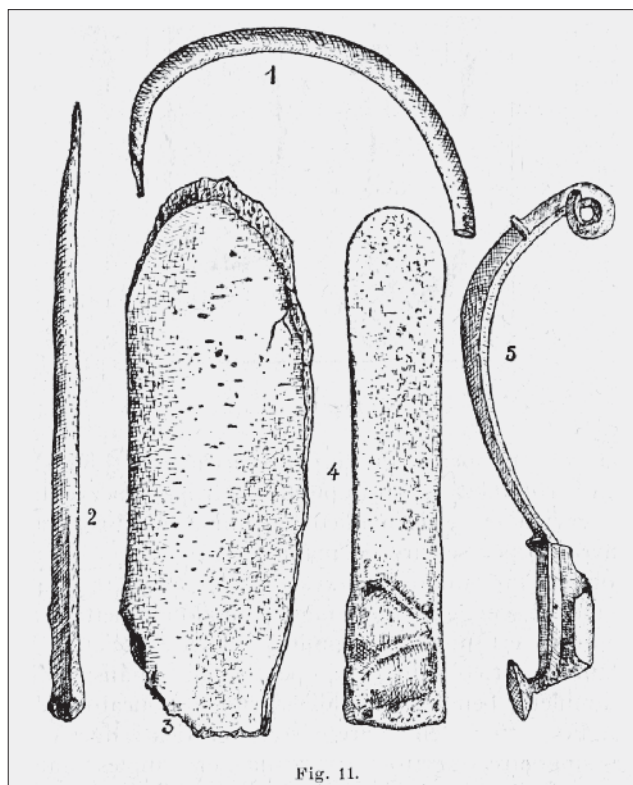



Fig. 7 - Foràn di Landri: il ciottolo di selce chiara venuto alla luce presso il focolare, con alcuni segni di lavorazione; a destra, alcuni manufatti in metallo (da FERUGLIO 1921).
- *The Foràn di Landri Cave: the light coloured flint pebble that was found close to the fireplace, showing working traces; in the figure on the right some metal artifacts (from FERUGLIO 1921).*

me marcio […] nel quale si rinvennero parecchi cocci e diverse ossa"[6] (tra il vano C e B) e di un probabile "focolare" (in *d*) indicato "*dalla presenza di cenere e di carboni, dei rifiuti dei pasti e d'una lastra di calcare arenaceo-marnoso […] che si trovò infitta verticalmente nel suolo ghiaioso*" (FERUGLIO 1921: 9).

Nell'industria litica relativamente scarsa sono presenti alcune schegge in selce irregolari, un grattatoio, una lama ritoccata (DEL FABBRO 1975b: 26, fig. 14) oltre ad un ciottolo subsferico con picchiettature (FERUGLIO 1921: 17, fig. 6) forse corrispondente ad un percussore. Si segnala inoltre la presenza di un pendente in "*arenaria scistosa grigiastro scura, traente al verde-grigiastro*" (FERUGLIO 1921: 18-19, fig. 5/1a, b) di forma rettangolare allungata e forata ad un'estremità che mostra confronti con l'esemplare rinvenuto al Ciòndar des Paganis. Tra i reperti ceramici si annoverano impasti di diverso tipo sia grossolani (con frequenti inclusi di calcite) che fini con superfici lisciate, queste ultime ricondotte ad una possibile lavorazione al tornio. Tra gli elementi diagnostici si segnalano: orli eversi arrotondati e ingrossati, un'ansa ad anello, un'ansa a nastro su recipiente carenato con orlo everso e bordo arrotondato (FERUGLIO 1921: 22, Fig. 9 bis) che per tipologia ricorda esemplari dell'età del Bronzo (Zendron com. pers. 2017) e fondi piatti. Tra le decorazioni sono attestate fasce ristrette (1,5 cm di larghezza) con striature trasversali parallele al di sotto del bordo, considerata da FERUGLIO "*la più comune*" (1921: 21), cordoni plastici a intaccature strumentali o a digitazione. I manufatti in osso comprendono punteruoli, diafisi con intaccature, ossa piatte (costola) con tracce di combustione e appiattimento di una delle estremità. Numerosi sono i reperti metallici, rinvenuti in vari punti della cavità, tra cui una fibula di tipo Certosa della seconda età del Ferro, uno spillone, un'armilla e un anello di piccole dimensioni in bronzo, uno scalpello sempre in bronzo e altri manufatti in ferro tra cui una probabile punta di lancia fortemente ossidata e incrostata. Si segnala infine la presenza di una perlina in vetro di colore blu "*adorna alla superficie d'una costolina d'una pasta bianca, decorrente a pieghe lungo la faccia laterale*" (FERUGLIO 1921: 25). Nella collezione MFSN sono presenti 3 reperti metallici che potrebbero provenire dallo scavo del 1921 condotto da Feruglio.

Sebbene non sia più ricostruibile la provenienza puntale dei reperti complessivamente messi in luce nel 1921, corredati della sola siglatura della località ma privi delle coordinate del rinvenimento, e in attesa di una revisione

6) Dalla descrizione fornita da FERUGLIO (1921: 26) dello strato di strame rinvenuto nella grotta, sembrano potersi evincere le caratteristiche riconosciute come tipiche dalla moderna ricerca archeologica dei depositi di coproliti associati alle frequentazioni pastorali dei contesti di grotta, utilizzati come ricoveri per la stabulazione delle greggi oltre che come ripari per i pastori: "*Lo strame è stato portato nella grotta dai primitivi abitatori, probabilmente per farne un giaciglio: in esso si rinvennero alcuni cocci e ossa di maiale, di capra e di pecora; il ritrovamento di sterco di queste ultime due specie, testimonia la loro presenza, almeno temporanea, nella caverna. Del resto non è improbabile che la grotta abbia servito di abitazione promiscua all'uomo ed alle sue greggi: il che ci riporterebbe alla leggenda dei Ciclopi abitatori delle spelonche insieme con le capre ed al costume tuttora vigente in qualche paese dove le caverne sono adibite a stalla*".

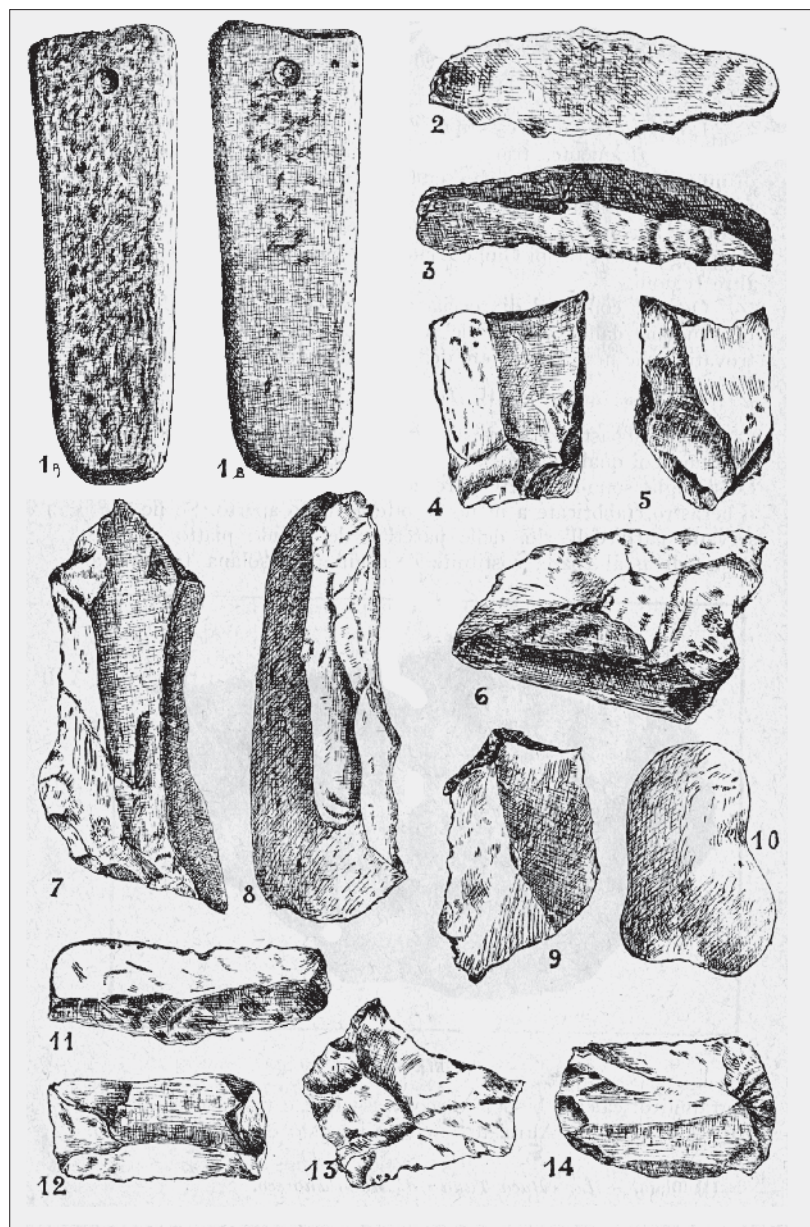
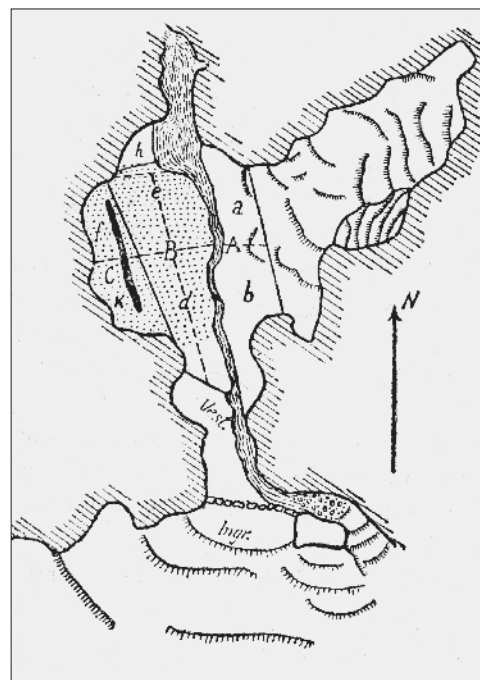



Fig. 8 - Foràn di Landri: materiale raccolto nella campagna di scavo del 1920 e, sotto, pianta della cavità con indicate le area indagata (da Feruglio 1921).
- *The Foràn di Landri Cave: artifacts collected in the 1920's excavations and cave's map with indications of the excavated areas (from* Feruglio *1921).*

complessiva dei materiali, oggi depositati fra più Istituzioni, sembra possibile attribuire la frequentazione della grotta a due principali fasi: una preistorica (Neolitico/età del Rame) cui è possibile riferire gli scarsi manufatti in selce messi in luce, gli stessi che avevano suggerito a Feruglio l'attribuzione al Neolitico della cavità, ma che potrebbero essere associati a un frammento ceramico di olla con fila di impressioni (dallo strato F) riferibile ad analoghi esempi appartenenti a contesti regionali della tarda età del Rame (Visentini & Maddaleni 2008: 93) e una successiva fase protostorica riferibile con certezza all'età del Ferro. I resti di *Ursus spelaeus* vennero rinvenuti nei settori A e B al di sotto dei livelli superficiali (A1 e B1). Feruglio (1921: 23, fig. 10, n. 4) menziona anche la presenza di un canino di Orso speleo rinvenuto nel vano A, con tracce di lavorazione.

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine; Museo Archeologico Nazionale di Cividale del Friuli (Udine); Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: Bon et al. 1991, Bressan 1987a, 1987b, 1988, 1997; Caracci & Moro 1960; Corazza et al. 2006; D'Andrea 1992; De Gasperi 1910, 1916; Del Fabbro 1975b; Feruglio 1920, 1921; Maddaleni & Visentini 2009b; Pessina & Carbonetto 1998 (scheda 36); Pettarin 1999; Tellini 1899a; Visentini & Maddaleni 2008.

Annotazioni: Sopralluoghi successivi eseguiti dai soci del CSIF hanno evidenziato come l'area interessata dalle indagini di inizio Novecento (Fig. 6) si presenti attualmente come una pozza d'acqua con franamenti laterali che hanno intaccato la stratigrafia residua, comunque interessata da episodi di scavo non autorizzato. Sulla parete esterna, sopra l'imbocco della cavità, sono collocati tre grandi anelli, a sezione quadrata, genericamente considerati come di probabile epoca medioevale.

48/122 Foràn des Aganis

Prestento, Torreano; sviluppo 761 m, quota ingresso 333 m slm, dislivello 90 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta si apre nello stesso banco calcarenitico all'interno del Flysch del Grivò (Eocene-Paleocene) della 46 Fr. Si raggiunge salendo in destra idrografica del Rio Ravedosa sul fianco del Monte Piccat presso l'abitato di Prestento. Lo stesso sentiero conduce prima al Foràn des Aganis e poi al Foràn di Landri che distano fra loro meno di 1 km. L'ampio ingresso conduce ad una galleria lunga 160 metri, gran parte della quale invasa dall'acqua fino ad un sifone impraticabile. Il resto della grotta si raggiunge superando il sifone e proseguendo per altri 300 metri.

Bibliografia: Del Fabbro 1977; Maddaleni & Visentini 2009b.

Annotazioni: In bibliografia questa cavità è spesso associata al vicino Foràn di Landri. Del Fabbro (1977: 74) sottolinea in particolare come "*sebbene non si abbiano dati paletnologici acquisiti, si ha ragione di ritenere che lo spesso strato di argilla possa celare strati archeologici, importanti anche dal punto di vista delle sequenze climatiche. È intuitiva l'importanza per la cronologia assoluta dello studio di siffatto giacimento*".

49/12 Grotta del Canal di Grivò

Canal di Grivò, Faedis; sviluppo 30 m, quota ingresso 295 m slm, dislivello 10 m.

Geologia e Geomorfologia: Piccola grotta che si apre in un bancone di calcarenite del Paleocene-Eocene (Flysch del Grivò) sopra la borgata di Canal di Grivò. La cavità è formata da una galleria in discesa lunga una trentina di metri, con incrostazioni calcitiche e detriti sul fondo, che termina in una fessura impraticabile parzialmente ostruita dai depositi limosi.

Tipologia di Indagine: sondaggio 1913 (Piacentini); recupero occasionale (soci del CSIF primi decenni del Novecento).

Descrizione: Sondaggi limitati condotti in corrispondenza di tre punti diversi prossimi all'area atriale della cavità (Piacentini 1914: 97) diedero esito negativo. Lo stesso autore delle indagini osserva del resto la giacitura secondaria del deposito, plausibilmente "*portato da un corso d'acqua scomparso senza lasciar tracce apparenti, e che interrò la grotta nella sua parte più interna*". L'intenzione di continuare le ricerche di cui l'autore fa menzione non trova riscontro in letteratura.

Dalla cavità provengono 3 molari umani il cui recupero si riferisce ai primi decenni del Novecento.

Deposito dei Materiali: Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: Bressan 1987a; Piacentini 1914.

57/310 Ciòndar des Paganis - Spilunge di Landri

Poiana, Faedis; sviluppo 21 m, quota ingresso 460 m slm, dislivello 3 m.

Geologia e Geomorfologia: Grotta situata su un costone roccioso calcarenitico del Paleocene-Eocene (all'interno del Flysch del Grivò) sul versante S del Monte Sabbadin, a monte dell'abitato di Poiana. L'ingresso, di forma triangolare e dell'altezza di 3.5 m (Fig. 9), immette in una galleria che conduce in una saletta ellittica, oltre la quale si sviluppa una bassa galleria in salita che termina in una seconda saletta.

Tipologia di Indagine: Scavi nel 1914-1916 (Feruglio); scavi 1959-1963 (soci del CSIF); brevi sondaggi 1965-1970 (soci del CSIF); scavi 1971-1975 nell'area presso l'ingresso (soci del CSIF).

Cronologia: Preistoria, Protostoria.

Periodo: Eneolitico finale-Bronzo Antico e Medio-Recente.

Descrizione: La prima esplorazione della cavità venne effettuata nel 1898 dai soci del CSIF. Seguirono le indagini di scavo di tipo estensivo nel 1916 che portarono all'apertura di otto sezioni di scavo nella galleria iniziale (Feruglio 1916). I materiali provenienti da tale scavo sono andati purtroppo dispersi con la Rotta di Caporetto e nel periodo fra le due guerre mondiali. De Gasperi (1916: 191), che come il Feruglio riferisce la frequentazione della cavità al Neolitico, così descrive i reperti rinvenuti: "*è l'unica grotta ove sia stata trovata, scarsamente rappresentata in verità, traccia dell'uomo.*

Fig. 9 - Ciòndar des Paganis: l'ingresso con evidenti le tracce dello scavo (foto P. Maddaleni).
- *The Ciòndar des Paganis Cave: the entrance with clear evidence of past digging activities (photo P. Maddaleni).*

Si tratta di un solo metacarpale (il terzo destro) che stava nel sottosuolo, assieme a molti resti animali e cocci. I cocci sono più o meno simili a quelli delle due grotte sopra citate [ndr. Grotta di Robic e Velika Jama], *di fattura grossolana con scarsa ornamentazione; v'è pure una fusaiola in terracotta. D'osso sono due spatole, una testa di femore (* Bos?*) foggiata a fusaiola ed un curioso frammento inciso con tecnica fine, forse un amuleto o un ornamento. Sono di selce rozzamente scheggiata alcuni raschiatoi e lame di coltellini*". Nel corso degli anni 1959-63 vennero ripresi degli scavi "*limitati inizialmente alla sola parete di destra*" (Del Fabbro 1972: 26) che portarono all'apertura di una trincea che interessò tutta la cavità nella sua larghezza della profondità di circa 1,75 m, poi approfondita (scavi 1965-70) fino a 2 m di profondità[7]. Di particolare rilievo gli elementi di adorno rinvenuti nel corso delle indagini 1971-75[8], insieme alla lama d'ascia in pietra verde levigata, di piccole dimensioni, e a numerosi manufatti litici e ceramici: un pendente in serpentino con foro passante, un pendente in arenaria, un vago di collana in calcarenite e un canino forato di canide (Fig. 10). La presenza di tali elementi di adorno insieme con la notizia del rinvenimento di resti umani negli scavi Feruglio (peraltro dispersi), sembrano indicare l'utilizzo della grotta per scopi funerari.

Fig. 10 - Ciòndar des Paganis: alcuni dei reperti rinvenuti durante le ricerche di inizio secolo scorso (da Feruglio 1916) e in quelle più recenti (foto A. D'Andrea).
- The *Ciòndar des Paganis Cave: some of the findings collected during the research at the beginning of the last century (from* Feruglio *1916) and in the more recent excavations (photo A. D'Andrea).*

Tra i materiali culturali complessivamente rinvenuti negli scavi condotti dai soci CSIF a partire dal 1965 (Bressan 1982) si annoverano: recipienti ceramici tra cui ciotole a profilo semplice o carenate, scodelle e scodelloni, piatti, bicchieri e olle. Da menzionare, in particolare, un vaso a collo diritto, corpo globoso e fondo piatto pressoché completo con ansa subcutanea a nastro verticale (Bressan 1982: 113-115, fig. 3/1), una tazza carenata con ansa a fronte triangolare (Bressan 1982: 112, fig. 3 n. 9; fig. 7 n. 3)[9]. Tra le decorazioni sono presenti: cordoni plastici orizzontali, impressi, disposti a T, serie di impressioni all'orlo e superficie con trattamento a scopettato; è presente anche una fusaiola fittile biconica simile a quella, dispersa, rinvenuta da Feruglio (1916). Tra gli scarsi materiali litici sono presenti due grattatoi, una punta carenata a ritocco piatto e alcune schegge, un arnione in selce con tracce di percussione (Bressan 1982: 115). L'industria su osso e corno comprende: punteruoli su epifisi di ossa lunghe con margini lustrati per l'usura, spatole, un corno di capriolo con intaccature incise alla base e un osso di *Sus* sp. (maiale/cinghiale?) probabilmente usato come manico di pugnale. Numerosi i resti faunistici riferibili a specie domestiche (*Ovis* vel *Capra* sp., *Bos primigenius*, *Sus scrofa*).

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine; Museo Archeologico Nazionale di Cividale del Friuli; Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

7) La descrizione della sequenza stratigrafica degli scavi condotti dai soci CSIF a partire dal 1965 è presente in Del Fabbro 1971: 27.

8) A. Del Fabbro riferisce che tali reperti vennero rinvenuti insieme (Visentini & Maddaleni 2008: 95, nota 2). Ponton (1978: 326) sembra riferire a ricerche svoltesi in anni diversi il recupero dei materiali, comunque provenienti da uno stesso settore di indagine (Ponton com. pers. 2017): l'ascia in pietra levigata sarebbe in particolare posteriore al recupero del pendente in serpentino. L'autore menziona come degno di nota anche "*un dente forato, probabilmente elemento di collana*" ma senza fornire alcun dettaglio in relazione all'anno e ai dati contestuali del rinvenimento.

9) Tale tipo (per cui vedasi Cardarelli 1983, tav. 18, 65 e 111, p. 93; Zendron com. pers. 2017) viene definito da Bressan differentemente come "*ciotola a carena smussata, bordo assottigliato, con ansa pizzuta impostata sulla massima espansione del vaso*" (1982: 112) e come "*tazzina con ansa pizzuta sopraelevata sull'orlo*" (1997:18).

Bibliografia: Bressan 1982, 1987a, 1987b, 1989, 1997; Caracci & Chiappa 1959; Corazza et al. 2006; Del Fabbro 1972, 1975b, Del Fabbro & Rapuzzi 1972; Feruglio 1916; Maddaleni & Visentini 2009b; Ponton 1978; Visentini & Maddaleni 2008.

Annotazioni: In Bressan (1997: 18) il riferimento ad altri reperti in corso di studio, "recentemente fatti pervenire dal CSIF" al Museo Friulano di Storia Naturale tra cui "nuclei microlitici a lamelle, un frammento di trapezio o romboide, frammenti ceramici" che in base ai criteri tipologici vengono attribuiti dalla studiosa al Neolitico o forse al Mesolitico non trova attualmente riscontro con le verifiche effettuate sui materiali presenti nei depositi del MFSN. Il dato discusso in Menis (1969: 21) "*si possono assegnare al Paleolitico medio [...] si tratta di una decina di manufatti (schegge di selce) venuti alla luce nel Zondar des Paganis*", appare plausibilmente privo di fondamento non trovando alcun seguito nei successivi lavori scientifici disponibili in letteratura.

58/234 Caverna del Landri - Cret dal Landri

Borgo Salandri, Attimis; sviluppo 106 m, quota ingresso 430 m slm, dislivello 11,5 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta si apre ai piedi di una parete calcarenitica (Megastrato di Vernasso, Flysch del Grivò) dell'Eocene-Paleocene, a monte di Borgo Salandri, nella vallecola del Rio Zableca. L'ingresso (Fig. 11) è un ampio portale triangolare che immette in una sala ampia e lunga circa 12 m. La galleria prosegue in una strettoia che conduce in una saletta con due gallerie che si sviluppano in direzioni opposte.

Fig. 11 - L'ingresso della Caverna del Landri (Attimis) dove è stato rinvenuto, fra l'altro, uno scheletro quasi completo di *Ursus spelaeus* (foto A. D'Andrea).
- *The entrance to the Landri Cave (Attimis) where,* inter alia*, an almost complete* Ursus spelaeus *skeleton has been found (photo A. D'Andrea).*

Tipologia di Indagine: sondaggio 1976-1977 (soci del CSIF); scavo Museo del Fossile di Attimis, anni Novanta (R. Binutti).

Cronologia: Medioevo (?).

Descrizione: I reperti faunistici messi in luce appartengono prevalentemente a *Ursus spelaeus*, del quale è stato rinvenuto un cranio mancante di mandibola, deformato, entro un deposito di giacitura con tracce di disturbo post-deposizionale, probabilmente connesse all'attività idrica presente nella cavità e, successivamente, uno scheletro pressoché completo. Nella collezione del CSIF è presente un frammento di olla con orlo svasato e solco reggi coperchio riferibile plausibilmente al Medioevo (Zendron com. pers. 2017).

Deposito dei Materiali: Antiquarium della Motta-Mostra del Fossile di Povoletto (Ud); Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine.

Bibliografia: Binutti 1995; De Gasperi 1909; Ponton 1978.

Annotazioni: Lo scheletro esposto alla Mostra del fossile di Povoletto risulta completo ma, a suo tempo, fu integrato con reperti ossei provenienti da altri siti (in particolare la Caverna Pocala: Binutti† com. pers. 2001). Nei depositi di Udine della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio del FVG, sono presenti alcuni frammenti ceramici inediti, raccolti dallo stesso Binutti, provenienti plausibilmente da questa cavità.

62/17 Grotta di Torlano - Buse dai Corvazz (Grotta dei corvi)

Torlano, Nimis; sviluppo 40 m, quota ingresso 390 m slm, dislivello 3 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta si apre in calcari del Cretaceo inferiore (Calcare del Cellina), sul versante NW del Monte Plaiul dopo Torlano. L'ampio ingresso, largo 13 m, conduce ad una galleria di una ventina di metri che termina in un cunicolo impraticabile.

Tipologia di Indagine: Pulizia della superficie del deposito 1985 (Associazione Naturalistica Friulana di Tarcento).

Cronologia: Medioevo.

Periodo: XII -XIV secolo.

Descrizione: Il primo rilievo sommario della grotta si deve a Marinoni nel 1879 e nuove esplorazioni vennero eseguite in seguito da Tellini nel 1885 (De Gasperi 1916: 67). In passato erano stati rinvenuti (Gortani 1908) alcuni resti faunistici (specie domestiche di *Capra hircus, Ovis aries* e *Canis familiaris*).

Nel corso delle indagini di superficie del 1985 venne messa in luce una struttura muraria antistante l'ingresso della cavità mentre nell'area dell'ingresso si localizza il rinvenimento di alcuni reperti di cultura materiale (frammenti ceramici, laterizi, manufatti in ferro tra cui

una catena e alcune tavole lignee). I reperti ceramici d'impasto grezzo sono riferibili a ciotole, olle in alcuni casi con decorazioni incise tra cui prevale il motivo onduliforme, e vengono attribuiti genericamente ai secc. XII-XIV (Furlani & Montina 1986: 14-15).

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine; Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: De Gasperi 1916; Furlani & Montina 1986; Gortani 1908; Montina 1986, 1996.

Annotazioni: Montina (1986: 55-56) sottolinea il potenziale archeologico del deposito della grotta, con possibili livelli connessi ad una frequentazione preistorica/protostorica non raggiunti dalle indagini al tempo condotte, limitatesi, nei fatti, ad una semplice pulizia del piano di calpestìo nell'area dell'ingresso.

66/110 Abisso di Viganti - Grotta Olobinjica/Olobigneza

Borgo Viganti, Nimis, sviluppo 1450 m, quota ingresso 534 m slm, dislivello 252 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta, situata sotto l'abitato di Viganti, poco più di 1 km a SE di Villanova delle Grotte, si apre con un imponente portale scavato nel Calcare del Cellina (Cretaceo inferiore) dal Rio Tanaloho. L'abisso è formato da una serie di profondi pozzi alternati a brevi gallerie orizzontali ed è collegato alla sottostante Grotta Pre Oreak in Val Cornappo.

Tipologia di Indagine: Recuperi 1904, 1912 (De Gasperi); rinvenimenti occasionali (soci del CSIF).

Descrizione: I reperti faunistici trovati si riferiscono, almeno in parte, a faune pleistoceniche quali *Ursus spelaeus* e il raro *Gulo gulo* (già *Gulo luscus*), localizzate in corrispondenza di una galleria laterale sul fondo di una "marmitta dei giganti", nel cunicolo secondario più profondo. I resti faunistici originariamente rinvenuti risultano parzialmente dispersi o vennero forse trasferiti all'Università di Firenze nel periodo tra le due guerre mondiali. La presenza di questo mustelide tra i più grandi viventi, oggi presente nelle regioni settentrionali dell'emisfero boreale, in ambienti di taiga e tundra, è attestata in Europa meridionale durante l'Ultimo Massimo Glaciale. I reperti fossili di *Gulo gulo* sono rari in Italia.

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine; Museo Friulano di Storia Naturale di Udine; Museo di Paleontologia dell'Università Firenze (*Gulo gulo*).

Bibliografia: Bon et al. 1991; Bressan 1987a; Dalla Vecchia 2008; Dal Piaz 1928; De Gasperi 1912a, 1912b; Fabiani 1919; Gortani 1908.

70/13 Grotta Doviza - Grotta Vecchia di Villanova

Villanova delle Grotte, Lusevera; sviluppo 4591 m, quota ingresso 623 m slm, dislivello 123 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta si sviluppa in un bancone calcarenitico (Banco della Doviza) del Paleocene-Eocene (Flysch del Grivò) sul fianco W della valle di Tapotcletia, prima di Borgo Viganti. È tra le prime grotte esplorate in Friuli e tra le più lunghe (per alcuni decenni ad inizio secolo è stata la più estesa grotta italiana), presenta tre ingressi distinti che immettono in un complicato sistema ipogeo a più livelli con sale, meandri, pozzi e gallerie fossili ricche di concrezioni.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie 1957 (soci del CSIF); rinvenimenti occasionali.

Descrizione: I resti faunistici rinvenuti in più punti si riferiscono a specie domestiche (*Bos taurus*, *Ovis* vel *Capra* sp. tra gli altri). La presenza di un incisivo deciduo di *Marmota marmota* lascia supporre la commistione di almeno due associazioni faunistiche diverse.

Deposito dei Materiali: Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: Bon et al. 1991; Bressan 1987a; Dalla Vecchia 2008; De Gasperi 1916.

89/165 Grotta presso la Centrale di Timau

Fontanon di Timau, Paluzza; sviluppo 380 m, quota ingresso 970 m slm, dislivello 48 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta è scavata nei calcari devoniani (Calcareniti di transizione) ed è situata alla base del Monte Gamspiz, a NW di Timau, poco sopra il Fontanone; è formata da numerose gallerie in più livelli, orientate EW, in parte naturali e in parte artificiali, utilizzate a scopi bellici durante la I Guerra Mondiale. Si ipotizza anche l'uso della cavità, nei secoli passati, come miniera per l'estrazione di calcopirite, stante il rinvenimento di alcuni scalpelli in ferro e un chiodo plausibilmente di antica fattura.

Tipologia di Indagine: Rinvenimenti occasionali anni '90 del secolo scorso (soci del CSIF).

Cronologia: Medioevo (?).

Descrizione: Nei pressi della cavità sono stati recuperati due frammenti di ceramica pettinata, probabilmente di epoca medievale.

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine; Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: Maddaleni 2004; Zucchini 1998.

Annotazioni: I depositi di questo sistema carsico, probabilmente in passato facente parte dello stesso reticolo idrico cui fa capo il Fontanon di Timau, è stato fortemente rimaneggiato a scopi bellici (opere in muratura, scale e feritoie in ottimo stato di conservazione) nella sua parte iniziale, per cui risulta oggi impossibile contestualizzare gli sporadici reperti rinvenuti.

187/301 Grotta sotto il Nahrad - Furmie

Cancellier, Attimis; sviluppo 115 m, quota ingresso 575 m slm, profondità 1 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta, che si apre sotto il Monte Nahrad, è costituita da una lunga galleria con alcune diramazioni e risulta attraversata nella sua parte mediana da un torrentello.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie 2011 (soci del CSIF).

Cronologia: Medioevo (?).

Descrizione: Tra i reperti recuperati si annovera 1 frammento ceramico di probabile epoca medievale (Zendron com. pers. 2017).

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine.

Bibliografia: Cossettini & Romanin 2015.

298/316 Tonienova Jama

Specognis, Pulfero; sviluppo 30 m, quota ingresso 320 m slm, dislivello 27 m.

Geologia e Geomorfologia: Dalle ultime case di Specognis si raggiunge, attraverso un sentiero, il costone roccioso del Giurassico (Calcari della Fornace, Lias-Dogger): in un bosco ceduo si trova l'ingresso della grotta. L'ampio ingresso, di forma triangolare, conduce a una caverna in leggera salita che, dopo una ventina di metri, si biforca: il ramo alto termina alla base di un pozzo, quello basso chiude in frana dopo una breve galleria.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie 1958 (soci del CSIF).

Descrizione: La località viene inserita da Bon et al. (1991: 312) tra i siti pleistocenici. La presenza di resti faunistici riferibili in prevalenza a micromammiferi associati a *Canis* sp., lascia supporre la plausibile commistione di reperti provenienti da livelli stratigrafici diversi.

Deposito dei Materiali: Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: Bon et al. 1991; Bressan 1987a; Dalla Vecchia 2008.

Annotazioni: La cavità si apre nei pressi della Suosteriova Jama (300/317).

300/317 Suosteriova Jama

Specognis, Pulfero; sviluppo 47 m, quota ingresso 245 m slm, dislivello 25 m

Geologia e Geomorfologia: Sul costone costituito da calcari giurassici (Calcari della Fornace, Lias-Dogger) che domina la valle del Fiume Natisone poco a monte di Specognis, si apre questa cavità dall'ampio portale (visibile da fondovalle solo in inverno, quando non è coperto dalla vegetazione) che conduce ad una vasta galleria che piega a nord restringendosi in una strettoia, oltre la quale una saletta ospita una piccola colonia di pipistrelli.

Tipologia di Indagine: Rinvenimenti occasionali 1887, recuperi occasionali probabilmente 1923 (CSIF e Civici Musei di Udine); scavi 1958 (soci del CSIF), 1960-1961 (soci del CSIF con sostegno del CNR grazie al supporto del prof. Michele Gortani); sondaggi 1962-1973 (soci del CSIF); ricognizione 2005 (Boscarol).

Cronologia: Preistoria, Protostoria, epoca storica.

Periodo: Neolitico, Bronzo Medio-Recente e Finale, età del Ferro, Medioevo.

Descrizione: Le prime indagini risalgono, probabilmente, già al 1887 (Brozzi 1982: 62); il deposito, poi indagato dai soci CSIF per mezzo dello scavo di una trincea longitudinale e sondaggi in più punti della parte prossima all'ingresso della cavità, consta di un livello di "terra nera", l'unico associato a reperti della cultura materiale, che a partire da 50/70 cm di profondità vede il progressivo aumento di pietrisco anche di grandi dimensioni, poggiante su di una formazione argillosa (argilla pura a partire da 1,50 m) la cui potenza non è conosciuta. Gli scavatori hanno evidenziato l'orientamento sfavorevole della grotta, esposta ai venti di NE ed esclusa dall'insolazione anche nella stagione calda, che induce a ipotizzare la possibilità di frequentazioni antropiche solo temporanee per tale contesto. La setacciatura del terreno superficiale ricco di humus proveniente dallo scavo ha consentito il recupero di frammenti ceramici e ossa anche nel punto più interno dell'area di ingresso, ai piedi del grande camino.

Resti di fauna, industria litica (cote/lisciatoio e lama in selce), industria su corno e osso (punteruolo) e frammenti ceramici (pareti decorate da linee incise e ceramica grezza) recuperati nel corso delle indagini condotte nel 1923 da Feruglio e depositati presso

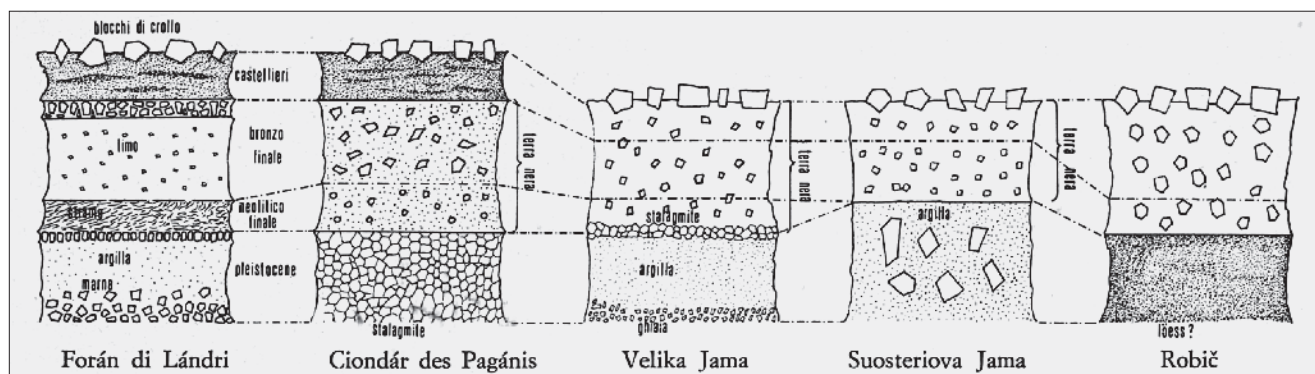



Fig. 12 - Il confronto fra le stratigrafie delle più importanti stazioni preistoriche in grotta delle Prealpi Giulie, proposta da Del Fabbro (1975b); viene indicata anche la Grotta di Robic, ora in territorio sloveno ma scavata da Marchesetti già nel 1890.
- *The comparison between the stratigraphies of the most important prehistoric cave sites of the Julian Pre-Alps, proposed by Del Fabbro (1975b); the Robic Cave, now in Slovenian territory, was excavated by Marchesetti already in 1890.*

il MAN di Cividale indicano una frequentazione del sito nel corso del Neolitico e in età medievale.

Tra i manufatti ceramici degli scavi 1958-61, si annoverano alcuni frammenti che "*data la loro arcaicità morfologica si sarebbe tentati di ascriverli a qualche fase del Neolitico*". Il cattivo stato di conservazione delle superfici nonché l'estrema frammentarietà dei reperti impediscono ulteriori approfondimenti analitici (Del Fabbro 1975b: 33). Tra le forme ceramiche attestate si annoverano olle a collo concavo/collo non distinto insieme ad anse a nastro o a bastoncello e fondi piatti a spigolo vivo; i frammenti decorati comprendono: orli decorati a pizzicato, cordoni plastici, serie orizzontali di profonde impressioni o incisioni a scopetto. Scarsi i manufatti in selce tra cui risultano compresi "*tre strumenti su lama che presentano alcune sbrecciature d'uso e alcuni ritocchi embricati sul margine distale*" (Del Fabbro 1975b: 33). Il riesame attualmente in corso del repertorio ceramico presente nelle collezioni depositate al MFSN consente di proporre una loro attribuzione preliminare (Zendron com. pers. 2017) all'età del Bronzo Medio-Recente e Finale insieme all'attestazione di reperti che per tipologia d'impasto si riferiscono plausibilmente all'età del Ferro. Sono inoltre attestati alcuni reperti ceramici non diagnostici che per tipologia d'impasto sembrano riferirsi ad epoca storica.

L'industria in osso vede la presenza di una spatola mentre, tra i reperti faunistici, l'attestazione di resti di *Ursus* sp. e *Marmota marmota* (frequenti), rinvenuti durante lo scavo a circa 1,5 m di profondità, e di numerosi resti di faune sia selvatiche (cervo, capriolo) che domestiche (bue, capra e maiale) lasciano pensare ad una commistione accidentale tra livelli stratigrafici originariamente distinti.

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine; Museo Archeologico Nazionale di Cividale del Friuli (Udine); Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: Bon et al. 1991; Bressan 1987a, 1988, 1989; Brozzi 1982; Chiappa & Moro 1958; Dalla Vecchia 2008; Del Fabbro 1975a, 1975b; Moro 1960; Pessina 2004; Pettarin 1999; Rupel 2000, 2006.

Annotazioni: Parte del materiale dello scavo 1958-1961 è stato considerato a lungo disperso: negli anni '90 del secolo scorso è stato rinvenuto nei depositi dell'Università di Ferrara ed ora è depositato presso il MFSN. Durante alcuni sondaggi effettuati nel 1973 sono stati interessati alcuni livelli che risultavano completamente disturbati e, in base ad informazioni assunte in loco dai soci CSIF, si è saputo che nella cavità era stata collocata una postazione militare, con una piccola trincea proprio all'ingresso, durante la II Guerra Mondiale: l'area era comunque discosta rispetto a quella dello scavo 1958-61 che aveva invece interessato una successione "integra", pur con notevoli difficoltà per la presenza di grandi massi ad una profondità di circa 50-70 cm (parte della documentazione originale sullo scavo del 1958 è presente nella scheda del Catasto Grotte Friuli).

321/3579 La Ciase dei Gans

Rio Clapò, Lauco; sviluppo 10 m, quota ingresso 820 m slm, dislivello 6 m.

Geologia e Geomorfologia: Modesta cavità situata sulla sponda destra del Rio Clapò dopo il borgo Chiaiuans, una settantina di metri sotto la strada. La grotta si sviluppa nei calcari del Triassico superiore su un sistema di fratture sub verticali ed è costituita da una breve galleria in salita, con il fondo riempito di ciottoli e sabbia, che chiude in un cunicolo impraticabile.

Descrizione: Lazzarini (1900: 72) riferisce del rinvenimento, in anni precedenti la sua visita alla cavità, di "*un cranio di cui non si seppe con precisione indicarmi l'odissea seguita, soltanto che l'ebbe un professore di Udine (?). Di fuori esisteva un tempo un muricciolo a secco; nell'interno si rinvennero alquanti carboni*".

Bibliografia: Lazzarini 1900; Montina 1981.

Annotazioni: Un rapido sondaggio effettuato nel 2007 (soci del CSIF e MFSN) ha dato esiti negativi. Di incerta determinazione risulta anche la frequentazione della vicina grotta *101/19 La Ceule - Buse dai Pagans* (Maiaso, Enemonzo; sviluppo 65 m, quota ingresso 504 m slm, dislivello 20 m.) che si apre su di un ripiano conglomeratico pleistocenico a W di Maiaso. La cavità sembra essere stata oggetto di interventi antropici in epoca storica fino ad essere utilizzata come riparo durante la II Guerra Mondiale.

325/940 Ta Pot Figouzo Jama (Grotta sotto il fico)

Blasin, Savogna; sviluppo 15 m, quota ingresso 650 m slm, dislivello 92 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta, poco distante dalla Velika jama, si apre su di una parete carbonatica (banco calcarenitico nel Flysch di Monte Brieka del Maastrichtiano, Cretaceo sup.) nei pressi dell'abitato di Tercimonte, nell'alta valle del Torrente Rieka. I due ingressi portano a due gallerie parallele tra loro e comunicanti tramite due cunicoli.

Tipologia di Indagine: Sondaggio 1913 (soci del CSIF: De Gasperi, Feruglio e Piacentini); sondaggio 1977 (soci del CSIF); ricognizioni 2005 (Boscarol).

Cronologia: Protostoria.

Periodo: Bronzo Recente.

Descrizione: Nell'ingresso alto sono presenti incisioni su roccia (Fig. 13) raffiguranti alcune croci, tra cui una cerchiata, e fori (Caracci 1966). Alcuni scavi sono stati effettuati da Piacentini (1913b), ma senza risultati significativi. Dal sito provengono frammenti ceramici (si segnala in particolare un frammento di tazza ansata) appartenenti all'età del Bronzo Recente (Zendron com. pers. 2017). Tra i reperti faunistici, resti di cervo e capriolo insieme a capra e pecora.

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine.

Bibliografia: Piacentini 1913a, 1913b; Caracci 1965, 1966.

Annotazioni: Piacentini (1913b: 70) riferisce che, oltre ai resti faunistici "*si trovarono pure pochi resti di carboni ed un frammento di roccia calcareo-argillosa arrossato ed annerito dal fuoco. Questi ritrovamenti testimoniano della presenza dell'uomo nella grotta in epoca abbastanza antica, data la profondità in cui vennero rinvenuti (30-40 cm) e la posizione loro sotto i crostoni stalagmitici*". Il deposito sotto i crostoni stalagmitici risulta ora in gran parte asportato. Il sondaggio del 1977 (che ha portato al recupero, tra gli altri, del frammento pertinente ad una tazza ansata e di alcuni frammenti ossei di *Ursus spelaeus*) ha interessato un deposito che è risultato rimaneggiato (Ponton com. pers. 2017).

Fig. 13 - Ta pot Figouzo Jama: l'ingresso e le incisioni su roccia (foto A. D'Andrea).
- *Ta pot Figouzo Jama: the geometric signs engraved on stone, near the cave entrance (photo A. D'Andrea).*

328/1113 Grotta del Cane - Grotta di Paciuch

Paciuch, Drenchia; sviluppo 529 m, quota ingresso 515 m slm, dislivello 15 m.

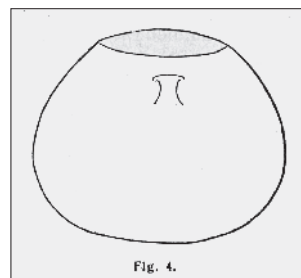
Geologia e Geomorfologia: La grotta è situata in una parete rocciosa che s'incontra risalendo il bosco lungo l'ultimo rio prima dell'abitato di Paciuch: si sviluppa in un banco di calcareniti del Flysch dello Judrio (Cretaceo sup.) ed è una risorgiva perenne formata da una unica galleria bassa allagata. La parte asciutta e larga è costituita dai primi dieci metri dall'ingresso.

Tipologia di Indagine: Rinvenimenti occasionali 1914, 1915 e 1919 (A. Desio), 1981 (soci del CSIF).

Cronologia: Preistoria, Protostoria.

Periodo: Neolitico tardo/Eneolitico o Bronzo Antico (?).

Descrizione: Nel corso delle indagini effettuate nel 1914, Ardito Desio recuperò una decina di metri all'interno della cavità, all'angolo di una saletta che rappresenta il limite della penetrazione della luce esterna, alcuni reperti ossei e ceramici tra cui un recipiente di grandi dimensioni con ansa sotto l'orlo e decorazione

Fig. 14 - Grotta di Paciuch: il disegno dell'ingresso e la ricostruzione del vaso realizzati da Desio (1920).
- *The Paciuch Cave: the drawings of the entrance and of the vessel made by Desio (1920).*

plastica a cordoni incrociati la cui attribuzione crono-culturale risulta controversa. Stante la descrizione fatta dall'autore della scoperta, il recipiente sembra tipologicamente inquadrabile nel Bronzo Antico (l'analisi autoptica preliminare effettuata sugli impasti evidenzia una loro plausibile attribuzione all'età del Bronzo (Zendron com. pers. 2017). Il disegno ricostruttivo disponibile nella pubblicazione lascia però aperta l'ipotesi di una possibile retrodatazione dello stesso al Neolitico tardo-inizi Eneolitico (Bressan 1997: 18). Anche Rupel (2005: 64) riferisce "*Dal disegno il vaso si potrebbe collocare nel Tardo Neolitico o agli inizi dell'Eneolitico, mentre dalla descrizione fatta dal Desio, sembrerebbe più appropriato attribuirlo all'antica età del Bronzo*".

Ulteriori segnalazioni relative alla presenza di resti di attività antropica nell'area vestibolare raggiunta dalla luce esterna sono presenti in Leben (1967) (resti di carboni e ossa animali nella grotta a 30 cm dalla superficie) e nei resoconti dei soci CSIF (novembre 1981) che recuperarono, nella stessa area segnalata da Desio, alcuni frammenti ceramici non diagnostici, di ridotte dimensioni.

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine.

Bibliografia: Bressan 1997; Brozzi 1982; Desio 1920; Leben 1967; Ponton 2005; Rupel 2005.

Annotazioni: I reperti descritti da Desio sono andati dispersi dopo la Rotta di Caporetto.

388/912 Grotta di Ieronizza

Ieronizza, Savogna; sviluppo 172 m, quota ingresso 354 m slm, dislivello 8 m.

Geologia e Geomorfologia: L'ingresso della grotta, di forma triangolare e alto 2 m, si apre in un banco calcarenitico nel Flysch di Monte Brieka del Maastrichtiano (Cretaceo sup.) in sponda destra del Torrente Amborna, raggiungibile da una carrareccia che parte dal ponte di Ieronizza in direzione S, riportando verso Savogna. La grotta è formata da una galleria principale con suolo ciottoloso e un cunicolo stretto sovrastante, lungo una trentina di metri, che si unisce al ramo principale in tre punti. Verso il fondo la cavità diventa più concrezionata, con strettoie ricoperte d'argilla.

Tipologia di Indagine: Rinvenimento occasionale (soci del CSIF).

Cronologia: Protostoria (?).

Descrizione: Ponton (1978: 326) riferisce del rinvenimento casuale, nei livelli superficiali presso l'ingresso della cavità, di due anelli in bronzo. Di questi uno presenta una "*doppia spirale, tipicamente celtica, l'altro reca incastonata una pietra dura. Entrambi erano per mani molto piccole, probabilmente di donna*". Dei reperti rimangono ad oggi solo le immagini pubblicate da Miotti (1977: 14) che indicano come sito di provenienza una generica "*Grotticella della valle del Natisone*", plausibilmente identificabile nella Grotta di Ieronizza sulla base della descrizione, prima ricordata, presente in Ponton (1978).

Bibliografia: Miotti 1977; Ponton 1978.

Annotazioni: Diversamente da quanto indicato da Miotti (1977: 14) gli anelli non risultano conservati al CSIF (e neppure al Museo Archeologico di Cividale).

401/2627 Grotta di Artegna - Buse de Jasbine

Stella, Tarcento; sviluppo 476 m, quota ingresso 505 m slm, dislivello 5 m.

Geologia e Geomorfologia: La cavità si apre in un bancone calcarenitico del Paleocene-Eocene (Flysch del Grivò) in una vallecola a destra della strada che da Stella conduce a Flaipano. Si tratta di una lunga galleria che si sviluppa in direzione SSE e che, dopo una cinquantina di metri si biforca.

Tipologia di Indagine: Recupero di superficie 1958 (soci del CSIF); rinvenimenti occasionali.

Descrizione: Numerosi resti faunistici (oltre un centinaio) tra cui si segnala la presenza di resti di *Ursus spelaeus* (un osso carpo-tarsale). La presenza di faune selvatiche (lepre/lepre delle nevi, gatto selvatico, volpe, lupo, capriolo) e domestiche (pecora, capra, maiale e bue) lascia ipotizzare, anche per questo contesto, la commistione di due o più associazioni faunistiche diverse.

Deposito dei Materiali: Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: Bon et al. 1991; Bressan 1987a; Dalla Vecchia 2008.

Annotazioni: Vi è talora confusione fra questa cavità e la *446/1059 Jasbine di Costalunga* (Costalunga, Faedis; sviluppo 56 m, quota ingresso 530 m slm, dislivello 18 m). Tale grotta si trova a circa trecento metri a Est di una cava di pietra piacentina, una calcarenite del Paleocene, nel Canal di Grivò e a Nord di Costalunga. L'ingresso è stretto, diviso in due parti da una lama di roccia e scende inclinato fino ad una saletta, dalla quale si raggiunge una seconda sala, collegata ad una terza da un cunicolo. Sul fondo sono presenti depositi limosi e ghiaiosi. Entrambe le grotte vengono indicate con il nome locale di "Jasbine"; l'indicazione della località "Stella" nei cartellini associati ai materiali della collezione del MFSN, consentono di attribuirli con certezza alla 401 Fr.

458/1015 Mala Jama (Piccola grotta)

Tercimonte, Savogna; sviluppo 5 m, quota ingresso 366 m slm, dislivello 0,5 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta, scavata in un banco calcarenitico nel Flysch di Monte Brieka del Maastrichtiano (Cretaceo sup.), è situata un centinaio di metri a Sudest della *13/164*, presso l'abitato di Tercimonte, nell'alta valle del Torrente Rieka, affluente di sinistra del Fiume Natisone. La cavità è quasi un riparo sotto roccia di pianta triangolare con ingresso largo quattro metri che si restringe al vertice in una piccola nicchia.

Bibliografia: Bon et al. 1991; Bressan 1987a.

Annotazioni: In letteratura, per la somiglianza del toponimo, viene talora confusa con Mala Pec: alla 458 Fr sono stati riferiti anche i reperti provenienti dalla 14 Fr (vedi *supra*). La cavità si apre poco a valle della Velika Jama e viene indicata (Rizzi 1959: 38; Brozzi 1982: 66) come potenziale sito preistorico meritevole di indagini. I primi sondaggi condotti dal CSIF nel corso degli anni Sessanta del Novecento, nei pressi dell'ingresso di questa piccola cavità, hanno però dato esito negativo.

483/1076 Risorgiva dello Star Cedat

Star Cedat, San Leonardo, sviluppo 1200 m, quota ingresso 300 m slm, dislivello 60 m.

Geologia e Geomorfologia: La cavità si apre nelle calcareniti dell'Eocene-Paleocene (Flysch del Grivò), due chilometri a Sud di San Leonardo. Per raggiungerla si segue la pista forestale in sinistra orografica del rio che attraversa San Leonardo poco a Sud dell'abitato e si risale poi il Rio Postarmedizo (Patok) fino a giungere alle pareti calcaree che interrompono la prosecuzione verso monte: qui, circa a metà parete, si apre l'ingresso della cavità marcato da una costante venuta d'acqua e da un lembo di travertino di neoformazione. La cornice ambientale in cui si apre questa grotta, chiamata in loco Fontanon dello Star Cedât (vecchia Cividale), è particolarmente suggestiva. Questo grotta, seconda per sviluppo nelle Valli del Natisone alla sola San Giovanni d'Antro, è costituita da gallerie, meandri, cunicoli e sale ben concrezionate.

Tipologia di Indagine: Pulizia di superficie (soci del CSIF).

Bibliografia: Bressan 1997; Caracci 1964; Menis 1969; Mocchiutti 2009; Rupel 2006.

Annotazioni: Vicino all'ingresso, lungo l'alveo del torrente, è presente un ampio riparo sotto roccia, in posizione isolata all'interno di un vallecola, che appare potenzialmente ideale per l'insediamento in tempi antichi. In una nota Caracci (1964: 17) riferisce che, in vista della realizzazione di un sondaggio, forse da parte del Museo Archeologico di Cividale che, per quanto è dato sapere, non fu mai realizzato, venne asportato numeroso materiale clastico dall'area del riparo sino ad arrivare "*all'inizio di uno strato di argilla che non è stato assolutamente toccato, per cui non se ne conosce la potenzialità e non sappiamo se avrà valore paleontologico*". Menis (1969: 24) riporta che "*selci e ceramiche neolitiche, assieme a resti fossili di animali domestici, furono ritrovati in numerose caverne delle vallate del Natisone,* [...] *e nella "Star Cedat" (vecchia città), una caratteristica conca munita di ripari neolitici di sottoroccia, presso S. Leonardo degli Slavi*". Stante l'attuale impossibilità di verificare la consistenza dei dati riportati da Menis, Del Fabbro (com. pers. 2016) riferisce solo il rinvenimento, in campi vicini alla cavità, di alcuni frammenti di selce con tracce di lavorazione. Analoghe sono le considerazioni proposte da Rupel (2006: 56).

1348/2786 Cavernetta ad W di Casere Poz Grand

Altopiano di Monteprat, Forgaria nel Friuli; sviluppo 7 m, quota ingresso 725 m slm, dislivello 1 m.

Geologia e Geomorfologia: Si tratta di una caverna che si apre sotto il ciglione sud-occidentale dell'Altopiano di Monteprat. Questo è costituito, prevalentemente, da Calcari ad Ellipsactinie datati al Giurassico superiore.

Tipologia di Indagine: Rinvenimento casuale 1978 (soci del CSIF).

Descrizione: Resti faunistici appartenenti a cfr. *Ursus spelaeus.*

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine.

1489/2999 Riparo di Biarzo

Biarzo, San Pietro al Natisone; sviluppo 17 m, quota ingresso 164 m slm, dislivello 0 m.

Geologia e Geomorfologia: Il Riparo rappresenta la più ampia di una serie di cavità che si aprono sulla sponda sinistra del fiume Natisone, poco a Nord dell'abitato di Biarzo. La cavità è stata creata dall'attività erosiva operata dal Natisone a carico di un bancone conglomeratico del Pleistocene superiore, ed è stata modificata da un successivo crollo.

Tipologia di Indagine: Sondaggi nel 1976 (soci del CSIF); scavi 1982-1984 (Università degli Studi di Ferrara e Museo Friulano di Storia Naturale di Udine).

Cronologia: Preistoria.

Periodo: Paleolitico superiore finale, Mesolitico Antico/Recente, Neolitico, età del Bronzo.

Ambito culturale: Epigravettiano finale, Sauveterriano, Castelnoviano, Neolitico Antico e Medio.

Descrizione: Il sito[10] fu individuato nel 1976 dai soci del CSIF che, con un breve sondaggio, ne verificarono l'interesse paletnologico segnalandolo a Francesca Bressan. Il deposito indagato presenta una sequenza di occupazione continua (US 1-5) che, dal tardo Paleolitico superiore, giunge al Mesolitico, Neolitico ed età del Bronzo. La frequentazione più antica US 5 (Epigravettiano finale) viene datata al 11,100±125 BP (R-1850). L'industria litica in questa fase risulta realizzata sia in selce che in cristallo di rocca; le analisi traceologiche disponibili su un campione di strumenti in selce, tra cui predominano grattatoi, bulini, troncature, punteruoli e lame ritoccate, indicano il loro impiego soprattutto nel trattamento di materie prime animali (Ziggiotti, 2008). L'industria litica della US 4 e 3B mostra tratti tipici del Mesolitico Antico (Sauveterriano, es. bulini, punte ritoccate, geometrici, soprattutto triangoli). L'US 3A, la cui parte superiore risulta erosa come provano osservazioni di tipo geoarcheologico, si data al Mesolitico recente (Castelnoviano)/Neolitico Antico (Guerreschi

10) Al sito, data la sua rilevanza e ai fini della tutela dei depositi ancora presenti, è stato imposto il vincolo archeologico.

1996). Da questo livello provengono, oltre a frammenti ceramici, diversi frammenti di ocra, due punteruoli frammentari in osso, un canino atrofico di cervo forato, un arpone frammentario in corno di cervo con denti disposti su entrambi i lati. L'US 2 e 1 vengono attribuite rispettivamente al Neolitico Medio e all'età del Bronzo. Unica nel suo genere appare inoltre la scoperta di tre ciottoli fluviali con tacche contrapposte interpretabili quali possibili pesi per reti da pesca.

Ben caratterizzata è nel sito la componente faunistica. La caccia risulta focalizzata su cinghiale (*Sus scrofa*), cervo (*Cervus elaphus*) e orso (*Ursus arctos*): le prime due specie erano sfruttate *in primis* per l'ottenimento di carni e midollo mentre l'orso era la principale fonte di pelli, opportunamente trattate per consentire la rimozione del pelo. Di particolare interesse è risultata l'analisi del DNA mitocondriale dei reperti di *Sus scrofa*, che ha permesso di ottenere nuovi dati sull'origine della domesticazione di questo animale in nord Italia (Vai et al. 2015).

La pesca nelle vicine acque del vicino Natisone è documentata da numerose vertebre di pesce, tutte riferibili a tre principali specie: trota (*Salmo trutta*), timallo (*Thymallus thymallus*) e savetta (*Chondrostoma soetta*). Da tutti i livelli provengono, inoltre, conchiglie di gasteropodi e bivalvi intenzionalmente forate per essere utilizzate come elementi di collana. Tra i gasteropodi si annoverano la *Columbella rustica*, la *Cyclope neritea* mentre tra i bivalvi, il *Cerastoderma glaucum* (o *Cardium* sp.), tutti tipici di ambienti marini. L'analisi tecno-funzionale condotta su alcune specie di acqua dolce, la *Theodoxus danubialis* e il *Lythogliphus naticoides* ha dimostrato che queste venivano forate per essere utilizzate come elementi di ornamento per abiti sui quali venivano cucite per mezzo di fili colorati con ocra rossa (Bertolini et al. 2016).

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine; Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: Bressan 1987b: Bressan & Guerreschi 1984, 1987; Bressan et al. 1983; Bertolini et al. 2012, 2016; Guerreschi 1996; Maddaleni 2009; Pessina 2004; Ponton 1978; Romandini & Bertolini 2011; Vai et al. 2015; Ziggiotti 2008.

Annotazioni: Pessina (2004: 209) ricorda che "*Un singolo isolato reperto da Biarzo sembra però indicare che le Valli e tutto il Friuli orientale possano aver conosciuto un popolamento ancor più antico di quello del Paleolitico superiore. Si tratta di una scheggia di tipo Musetriano con profonda patina superficiale, raccolta da qualche cacciatore tardopaleolitico probabilmente nella vicinanze del riparo per essere riutilizzata. Questo elemento potrebbe indicare che già nel corso del Paleolitico medio alcuni gruppi di Neandertal erano presenti in questa zona*".

1494/3004 Grotta di Santa Colomba

Colle di Osoppo, Osoppo; sviluppo 9 m, quota ingresso 297 m, dislivello 0 m.

Geologia e Geomorfologia: Dal piazzale in cemento del Forte, un sentiero conduce alla cavità. Si tratta di un piccolo riparo sotto roccia scavato nel conglomerato miocenico, nel versante orientale del Colle.

Bibliografia: Montina & Zoz 1978.

Annotazioni: Viene riferito in letteratura il suo potenziale paletnologico e archeologico; analoghe considerazioni valgono (Montina & Zoz 1978: 21; Villa 1995) per le vicine *1442/2543 Grotta di Gasparat* (Colle di San Rocco: un riparo sotto roccia che presenta sulla sinistra è una piccola cisterna scavata nella roccia viva e, sulla destra, traccia di un muro) e *3330/5878 Caverna del colle di San Rocco* che si apre alla base del Colle di San Rocco, sul versante occidentale: sul fondo, sono

Fig. 15 - Riparo di Biarzo: l'ingresso, dove è evidente la frattura collegata all'abbassamento del blocco conglomeratico sulla destra, e l'interno della cavità (foto A. D'Andrea).
- *The Biarzo shelter: the entrance, with the fracture associated with the lowering of the conglomerate block on the right, and the cave's interior (photo A. D'Andrea).*

evidenti numerosi saggi di scavo. Nessun reperto, però, risulta segnalato da questi siti.

1657/3269 Ripari sotto roccia presso il Cret di Martin
Foranis di Portis, Venzone; sviluppo 9 m, quota ingresso 450 m slm, dislivello 0,5 m

Geologia e Geomorfologia: Serie di ripari sotto roccia scavati dall'erosione nella breccia di versante del Pleistocene sulle pendici occidentali del Monte Plauris.

Tipologia di Indagine: Rinvenimenti occasionali.

Cronologia: Medioevo (?).

Descrizione: Tutti ripari che si aprono nella valle sembrano presentare "*adattamenti ad opera dell'uomo*", consistenti in muretti a secco in corrispondenza degli spiazzi antistanti il riparo stesso oltre ad alcuni reperti in ceramica riferiti all'epoca medievale o forse precedente, rinvenuti in corrispondenza del "*primo riparo, entrando nella valletta*" (Montina & Zoz 1980: 57).

Deposito dei Materiali: Associazione Naturalistica Friulana di Tarcento (Udine).

Bibliografia: Montina & Zoz 1980.

1739/3351 Grotta del Monte Brischis - Grotta di Cladrecis
Cladrecis, Prepotto: sviluppo 9,5 m, quota ingresso 216 m slm, dislivello 2 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta è ubicata a Sud di Cladrecis su un modesto rilievo nelle calcareniti del Paleocene (bancone n. 6 secondo Feruglio, nel Flysch di Masarolis) presso il Torrente Nostadiuzzo vicino a una sorgente perenne. L'ingresso, rivolto a Sud, presenta le condizioni idonee per la frequentazione umana infatti la luce solare riesce a penetrare all'interno fino alle due brevi gallerie che si diramano dalla sala. La grotta è costituita da un ampio vestibolo asciutto semi circolare (oggi chiuso da un cancello) che si dirama in due cunicoli.

Tipologia di Indagine: sondaggio 1979 (Gruppo Speleo Bertarelli di Gorizia: Tavagnutti, Furlani); scavi 1981-1983 (Università di Trieste, Civici Musei di Storia ed Arte di Trieste).

Cronologia: Preistoria, Protostoria, Epoca romana, Medioevo.

Periodo: Mesolitico Antico/Recente, Neolitico, Eneolitico, inizi del Bronzo Antico.

Descrizione: Gli scavi hanno messo in luce un deposito culturale articolato in due livelli associati a materiali pre/protostorici (strati 2 e 3) e cui si sovrappone un livello con reperti di epoca romana e altomedievale (strato 1). L'assenza di resti di focolari (lenti di carboni, terra concotta) documenta, secondo gli autori delle indagini, il carattere temporaneo della frequentazione antropica della cavità. Il sito sembra essere stato occupato a partire dal Mesolitico (fase antica e recente) cui si riferiscono gli strumenti in selce prevalentemente locale (triangoli, trapezi, punte a dorso microlitiche, grattatoi subcircolari su scheggia e microbulini). La frequentazione del Primo Neolitico trova conferma sempre nelle industrie (grandi romboidi) in selce bianca plausibilmente non locale, mentre alcune semilune in selce sono attribuibili alla fase piena dell'Eneolitico-Bronzo Antico.

Nel repertorio ceramico la ricorrente presenza di orli con impressioni digitali e tacche sulla sommità o al di sotto dell'orlo o sul collo (cfr. Velika Jama, decorazio-

Fig. 16 - La Grotta di Monte Brischis a Cladrecis (foto A. D'Andrea).
- *The Grotta di Monte Brischis close to Cladrecis (photo A. D'Andrea).*

ne posta sul collo di un grande vaso ad orlo svasato: Stacul & Montagnari Kokelj 1983: 36) e, tra le decorazioni, i motivi a pettine o a scopettato, quello a solcature disposte a bande formanti triangoli aperti, i cordoni lisci o digitati, rimandano a complessi culturali del III millennio a.C. del Carso triestino e della Slovenia, oltre che dei siti coevi presenti nelle Valli del Natisone. Dal sito provengono anche due accettine in pietra verde levigata a corpo sub-trapezoidale. L'industria in osso comprende alcuni punteruoli, mentre quella in corno un arpone frammentario a doppia fila di denti che ricorda l'esemplare rinvenuto nel Riparo di Biarzo e una piccola ascia con lustratura dovuta a usura in corrispondenza del taglio.

Lo studio archeozoologico disponibile fa del sito un caso studio modello per la comprensione dello sfruttamento delle faune nell'area. Sono rappresentati sia animali domestici (ovicaprini per la maggior parte, seguiti da bovini e suini e scarsi resti di canidi) che numerosi selvatici, riferibili, stante le problematiche della sequenza stratigrafica, ai livelli pre-neolitici. Tra i grandi selvatici sono rappresentati: cervo seguito da capriolo, orso bruno e cavallo, mentre tra i piccoli selvatici si annoverano tasso, volpe, gatto selvatico e lepre.

Deposito dei Materiali: Museo Archeologico Nazionale di Cividale del Friuli (Udine); Museo di Borgo Castello di Gorizia.

Bibliografia: Boscarol et al. 2007; Furlani 1979; Furlani & Tavagnutti, 1978; Montagnari Kokelj 1981, 1983, 2002; Stacul & Montagnari Kokelj 1983; Pessina & Carbonetto 1998 (scheda 37); Pessina 2004; Riedel 1984; Tavagnutti 1980.

1827/3439 Cavernetta presso Ieronizza

Ieronizza, Savogna; sviluppo 8 m, quota ingresso 400 m slm, dislivello 1 m.

Geologia e Geomorfologia: La cavità, che si trova a circa 200 m, sulla destra, dalla strada che dalla località Ieronizza (fronte all'omonimo alberghetto) porta a Masseris, si sviluppa al contatto fra un banco calcarenitico e il calcare marnoso (Flysch di Monte Brieka, Maastrichtiano, Cretaceo sup.). Il pavimento è costituito da terriccio, resti di calcite e poco materiale clastico. Verso il fondo la sezione è molto stretta: sono presenti croste di concrezione e alcune piccole stalattiti.

Cronologia: Medioevo (?).

Tipologia di Indagine: Rinvenimenti occasionali 1979 (soci del CSIF).

Descrizione: Sono stati trovati pochi frammenti ceramici di incerta attribuzione (Zendron com. pers. 2017).

Deposito dei Materiali: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine.

Annotazioni: La scheda del Catasto Grotte Friuli riportava già nei primi anni Settanta: "*dall'ubicazione si potrebbe supporre un suo utilizzo come rifugio nel periodo preistorico*".

Grotte e Ripari in provincia di Gorizia[11]

2196/3916 Pozzetto di Borgnano

Colle di Medea, Borgnano, Cormòns; sviluppo 4 m, quota ingresso 55 m, dislivello 7 m.

Geologia e Geomorfologia: Piccola cavità a sviluppo verticale che si trova nei pressi del sentiero che si diparte dalla Chiesetta di Santa Fosca e il cui ingresso si apre ai bordi di un largo spiazzo erboso. Il fondo della cavità è ricoperto da abbondanti depositi di terriccio, argilla e massi, con concrezioni e croste calcitiche che hanno cementato il materiale clastico e che ostruiscono quello che, un tempo, doveva essere un piccolo vano.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie 1980 (Gruppo Speleo Bertarelli di Gorizia).

Descrizione: Sono stati rinvenuti alcuni reperti di *Ursus spelaeus*, costituiti da un dente canino, due frammenti di mandibola con denti e tre vertebre. In associazione, sono stati rinvenuti anche alcuni frammenti di *Cervus elaphus*.

Deposito dei Materiali: Gruppo Speleo Bertarelli, CAI di Gorizia (i calchi dei reperti sono esposti presso il Municipio di Medea).

Bibliografia: Fabbricatore 1981; Hugues 1910; Tarenghi 2008.

3145/2774/ Tane de Volp di Borgnano (già nota come Grotta di Medea, 36 bis Fr)

Colle di Medea, Borgnano, Cormòns; sviluppo 40 m, quota ingresso 40 m, dislivello 5 m

Geologia e Geomorfologia: La cavità si apre in una scarpata rocciosa (calcari del Cretaceo) ai piedi della Chiesa di Santa Fosca di Borgnano nel Colle di Medea. Si tratta di una grotta localmente nota per le incrostazioni calcitiche rosse. Gli abitanti di Borgnano raccontano che la grotta era molto più lunga dell'attuale ma, dopo la II Guerra Mondiale, è stata parzialmente distrutta.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie di inizio Novecento; successivi rinvenimenti casuali.

Descrizione: Numerosi resti faunistici, prevalentemente attribuiti a fauna domestica.

Deposito: Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: De Gasperi 1916; Gortani 1908.

Annotazioni: Il materiale descritto in letteratura è probabilmente andato disperso con la Rotta di Caporetto. La cavità è qui ricordata in quanto la fauna è stata oggetto di studi specifici cui viene fatto a volte riferimento nella bibliografia storica.

11) Vengono descritte in questa nota anche due cavità sul Colle di Medea che, amministrativamente, appartengono alla provincia di Gorizia: esse rientrano però nel Catasto Grotte del Friuli dato che l'area fa parte del "Friuli storico" e non della "Venezia Giulia".

Grotte e Ripari in provincia di Pordenone

116/8 Grotte Verdi di Pradis - Andris di Gerchia
Pradis di Sotto, Clauzetto; sviluppo 63 m, quota ingresso 523 m slm, dislivello 5 m.

Geologia e Geomorfologia: Complesso di tre cavità che si aprono nei calcari del Cretaceo superiore, sulla sponda sinistra del Torrente Cosa, sotto il cimitero in località Gerchia. La più importante è l'*Andris di Gercie*, lunga 63 m. Un sentiero in cemento conduce in fondo alla forra, ora meta di escursioni di numerose comitive di turisti.

Tipologia di Indagine: Scavi 1970-71 (Soprintendenza alle Antichità di Aquileia, Associazione nazionale per Aquileia).

Cronologia: Preistoria, Protostoria, Epoca romana, Medioevo.

Periodo: Riparo I: Paleolitico medio e superiore; Riparo II: Paleolitico superiore.

Ambito culturale: Riparo I: Musteriano, Epigravettiano; Riparo II: Epigravettiano.

Descrizione: Sono state oggetto di indagine solo le due cavità di dimensioni minori, denominate Riparo I e II. Riparo I: deposito pleistocenico di circa 2 m di spessore articolato in 13 unità stratigrafiche. Sono stati rinvenuti: manufatti litici, due punteruoli in osso, carboni, resti faunistici. Si segnala in particolare la presenza di due clavicole di marmotta con incisioni intenzionali (attualmente esposte al Museo Archeologico del Friuli Occidentale) non riconducibili ad attività di macellazione. Tali manufatti venivano plausibilmente impiegati come sistema di annotazione diretta, amuleti o come oggetti ornamentali di uso quotidiano. Le US da 13 a 7 contengono resti di *Ursus spelaeus* associati ad alcuni manufatti di tipo musteriano mentre le US 1 e 2 vedono la predominanza di resti di marmotta in associazione a industrie dell'Epigravettiano recente; Riparo II: reperti litici e faunistici entro depositi pleistocenici incoerenti e concrezionati solo in parte conservati.

Deposito dei Materiali: Museo delle Grotte di Pradis loc. Gerchia (Pordenone); Museo Archeologico del Friuli Occidentale, Torre di Pordenone.

Bibliografia: Bartolomei et al. 1997; Bon et al. 1991; Corai 1980; Gurioli 2004; Gurioli et al. 2011.

Annotazioni: Lavori di sbancamento vennero effettuati nel 1962 su iniziativa del parroco Terziano Cattaruzza che comportarono la trasformazione delle cavità in luogo turistico e di culto (Grotta 3) con an-

Fig. 17 - Grotte Verdi di Pradis: gli interventi effettuati per rendere questi ripari un luogo turistico e di culto hanno distrutto il deposito archeologico che oggi risulta coperto con una gettata di cemento. Il nome delle grotte deriva dalla loro illuminazione con lampade colorate (foto I. Pecile).
- *Grotte Verdi di Pradis: the interventions which transformed the caves into a place of worship and tourism, caused the distruction of the archaeological deposit, now covered with a concrete floor. The name of the caves comes from their lighting with colorful lamps (photo I. Pecile).*

nessi locali di ristoro (Grotta 2) e servizi (Grotta 1). Ciò comportò la perdita di parte del deposito pleistocenico. Dopo il recupero dei reperti litici e faunistici (*Ursus spelaeus, Marmota marmota*), l'Università di Ferrara condusse due campagne di scavo nel 1970-71 rivolte allo studio dei depositi risparmiati dagli sbancamenti. In seguito ai lavori degli anni Sessanta, insieme ai materiali di epoca preistorica, vennero recuperati anche materiali ceramici riferibili ad epoca protostorica, tra cui alcuni frammenti di orlo e fondi, prese, e pareti con decorazione a cordoni impressi (età del Bronzo Recente e Finale (?), età del Ferro); recipienti di ceramica grezza tra cui in particolare olle, riferibili all'epoca storica (epoca romana e medievale).

125/127 Landri Scur - Grotta del Bosco di Lesis

Valle delle Crode, Claut; sviluppo 4322 m, quota ingresso 1113 m, dislivello 180 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta, scavata nei calcari del Giurassico, si apre all'inizio della Valle delle Crode nel Bosco di Lesis, a sinistra della pista che conduce a Casera Pradut. Il complesso ipogeo, con un ingresso sifonante, immette in un salone con ghiaia sul fondo. Prosegue poi in strettoie, pozzi, sale, meandri e tratti allagati.

Tipologia di Indagine: Recupero occasionale (Gr. Speleologico Idrologico Pordenonese, poi USP).

Descrizione: Sono stati rinvenuti, entro depositi sabbiosi, resti (ossa e denti) di *Ursus spelaeus*.

Deposito dei Materiali: Museo Archeologico del Friuli Occidentale, Torre di Pordenone.

Bibliografia: Bon et al. 1991; Tonon 1992.

153/15 Bus de la Lum

Pian del Cansiglio, Caneva; sviluppo 191 m, quota ingresso 1036 m slm, dislivello 180 m.

Geologia e Geomorfologia: La cavità, scavata nei calcari del Cretaceo superiore, è situata entro il bosco ai margini dei prati di Pian del Cansiglio ed è prevalentemente a sviluppo verticale, formata da due pozzi paralleli, con due ingressi diversi, che confluiscono sul fondo in una sala dalla quale si accede ad una galleria in salita, lunga un centinaio di metri, mentre dalla parte opposta uno stretto cunicolo immette in una seconda sala. Il nome "Lum", secondo G. Marinelli (1877) ricorda le manifestazioni di fuochi fatui dovuti alla presenza di resti organici nella voragine. La cavità è anche nota per tragici eventi accaduti durante gli ultimi mesi del secondo conflitto mondiale.

Annotazioni: L'omonimo sito paleolitico (Epigravettiano), indagato negli anni 1998-2000 dall'Università di Ferrara (es. Lemorini & Rossetti 2001; Peresani 2001, 2009; Peresani et al. 2001), si trova all'aperto nei pressi della cavità carsica, priva di attestazioni di frequentazione antropica. Il rinvenimento, durante gli scavi, di una moneta del Regno d'Italia recante la data del 1924, entro una buca con forte presenza di carboni nel riempimento, evidenzia la continuità d'uso cui fu soggetta l'area prossima all'inghiottitoio carsico, evidentemente sfruttata da carbonai.

229/507 Grotta La Foos - Bus del Castiu

Campone, Tramonti di Sotto; sviluppo 2625 m, quota ingresso 410 m slm, dislivello 161 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta si apre nei calcari del Cretaceo con due ingressi presso la strada che da Campone porta al Lago di Tramonti. La grotta inizia con un tratto di galleria lungo un centinaio di metri il quale porta all'orlo di un pozzo che sbocca nel ramo principale della cavità, lungo quasi settecento metri caratterizzato da ampie gallerie, in buona parte percorse da corsi d'acqua di modesta entità.

Tipologia di Indagine: Recupero occasionale (Gr. Speleologico Idrologico Pordenonese, poi USP).

Descrizione: Sono stati rinvenuti resti di *Ursus spelaeus* e *Marmota marmota* "*inclusi in breccia cementata di un cunicolo laterale, probabilmente in giacitura secondaria antica*" (Tonon 1992: 196).

Deposito dei Materiali: Museo Archeologico del Friuli Occidentale, Torre di Pordenone.

Bibliografia: Bon et al. 1991; Tonon 1992.

242/574 Caverna Mainarda

Pradis, Clauzetto; sviluppo 45 m, quota ingresso 530 m slm, dislivello 3 m.

Geologia e Geomorfologia: La caverna si apre in una dolina di 18x18 m e vi si accede attraverso un portale largo 7 m ed alto 2 m. Dopo 10 m un enorme masso staccatosi dalla volta, sul quale sono ancora molto evidenti le tracce del crollo, ostruisce per metà la grotta. Nel primo tratto della caverna il terreno è argilloso, mentre verso il fondo, sotto ai due camini, diviene roccioso per il dilavamento operato dal ruscellamento. La caverna termina con una stretta fessura in forte pendenza e molto fangosa. Caratteristici ed interessanti sono i due camini, i quali probabilmente si uniscono ad una decina di metri d'altezza (la loro risalita risulta impossibile). L'area dell'Altopiano di Pradis è costituita da calcari cretacei. Il collegamento tra la Caverna Mainarda e il resto del complesso *Fossa del Noglar (243 Fr/515) - Grotte di La Val (340 Fr/798) - Inghiottitoio a NW di Battei (1149 Fr/2491)* è stato accertato nonostante non sia transitabile.

Tipologia di Indagine: Recupero occasionale (soci del GS Pradis); sondaggio 2002 (Soprintendenza per i Beni Archeologici del FVG, Università di Ferrara).

Cronologia: Preistoria, Epoca romana.

Periodo: Paleolitico medio e superiore.

Descrizione: Nel corso degli anni Sessanta del secolo scorso sono stati recuperati alcuni manufatti in selce scheggiata (ca. 30) riferibili al Paleolitico medio e al Paleolitico superiore (Epigravettiano recente). Un

sondaggio eseguito nel 2002 dall'Università di Ferrara nelle zone atriale e interna ha attraversato il deposito senza incontrare evidenze archeologiche. I sedimenti esaminati sono risultati completamente sterili (Peresani com. pers. 2017).

Deposito dei Materiali: Museo della Grotta di Pradis, loc. Gerchia (Pordenone).

Annotazioni: Dalla grotta proviene un'armilla in bronzo di tipo femminile a testa di serpente e decorazione incisa a motivi geometrici di epoca tardo romana (IV-V secolo d.C.) che lascia ipotizzare il possibile uso funerario della grotta.

327/786 Grotte della Vecchia Diga - Grotte della Val Cellina

Val Cellina, Barcis; sviluppo 1388 m, quota ingresso 483 m, dislivello 82 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta si apre sul versante destro della Val Cellina in corrispondenza della vecchia diga della S.A.D.E. nei calcari del Cretaceo e presenta uno sviluppo orizzontale formato da un sistema complesso di gallerie intercomunicanti che si divide in due parti: una fossile con due ingressi, ed una attiva invasa dall'acqua che prosegue dopo un sifone in salita con rami laterali.

Tipologia di Indagine: Rinvenimento occasionale 1975.

Descrizione: Nel corso di un'escursione è stato rinvenuto un deposito fossile a micromammiferi (piccoli roditori, insettivori, chirotteri, scarsi frammenti di rettili e uccelli) attribuito al tardowürmiano da Tonon (1992: 184) nei pressi dell'ingresso della cavità. Il deposito risulta rimaneggiato a seguito della costruzione di una cancellata presso l'imboccatura della grotta.

Deposito dei Materiali: Museo Archeologico del Friuli Occidentale, Torre di Pordenone.

Bibliografia: Tonon 1992.

1666/3278 Bus de le Anguane - Cjamara di Spiramont

Buso del Colvera, Maniago; sviluppo 12 m, quota ingresso 340 m slm, dislivello 2,5 m.

Geologia e Geomorfologia: Piccola grotta nei calcari del Cretaceo sulla sponda sinistra del Torrente Colvera a circa 15 m dall'attuale corso del fiume, visibile dalla strada che conduce a Frisanco; presenta un ampio ingresso ben squadrato, raggiungibile con una scalinata intagliata nella roccia.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie (A. Di Bortolo e R. Brun).

Descrizione: La grotta è stata oggetto di interventi antropici (sbancamenti, realizzazione di gradini) di epoca imprecisata. Dal fondo della grotta provengono alcuni reperti faunistici (1 cranio, 1 femore, 1 costola), riferibili a *Ursus spelaeus*. Nello stesso settore della cavità vennero altresì rinvenuti "*materiali archeologici più recenti e varie tracce di frequentazione (Notizie*

Fig. 17 - La Grotta del Rio Secco durante una campagna di scavo (foto Università di Ferrara) .
- *The Grotta del Rio Secco: excavation works (photo Università di Ferrara).*

di P. Della Bona)" (Tonon 1992: 195). Dal resoconto del rinvenimento appare evidente, quindi, la commistione tra due o più livelli stratigrafici originariamente distinti. Chiaradia (1970: 22) cita la presenza di "*ossi ancora sub judice del "Bus de Lis Aganis" presso Maniago*" e in nota riporta i riferimenti ad alcuni articoli di quotidiani del settembre 1968 (riproposti poi da Bosio 1981) nei quali vengono citati *Ursus spelaeus* e *Hyena crocuta*.

Deposito dei Materiali: I materiali (ceramici, litici, in metallo e un cranio di Orso speleo) risultano ora esposti presso il Comune di Maniago (Pordenone).

Bibliografia: Bon et al. 1991; Bosio 1981; Chiaradia 1970; Dalla Vecchia 2008; Tonon 1992.

2090/3810 Grotta I nella Forra del Rio Secco

Battei di Pradis di Sotto, Clauzetto; sviluppo 7 m, quota ingresso 580 m slm, dislivello 1 m.

Geologia e Geomorfologia: Grotta-riparo situata sulla sponda sinistra del Rio Secco, a circa venti metri d'altezza dal letto attuale dell'omonimo corso d'acqua, aperto su di una parete rocciosa di calcari del Giurassico. È raggiungibile da un sentiero che scende nella forra partendo da una stalla abbandonata in loc. Tunulis, posta tra Pradis e Campone. Il riparo, orientato a Sud, comprende una galleria percorribile per circa 12 m in direzione N/NW sino al suo completo riempimento per mezzo di sedimento e detriti.

Tipologia di Indagine: Sondaggio preliminare 2002; scavi 2010-in corso (Soprintendenza per i Beni Archeologici del FVG, Università di Ferrara).

Cronologia: Preistoria.

Periodo: Paleolitico medio finale e superiore.

Ambito culturale: Musteriano, Gravettiano.

Descrizione: Il deposito conserva una stratigrafia compresa tra il Paleolitico medio finale e il Paleolitico superiore. Per le relative datazioni radiocarboniche vedasi Talamo et al. (2014). I materiali culturali recuperati comprendono: numerosi manufatti litici ascrivibili tipologicamente al Gravettiano (US 4 e 6A) e Musteriano (US 5 Tetto, 7, 5, 8) realizzati sia su litotipi locali che su selci alloctone; schegge in osso (costole di orso e diafisi di ungulati) utilizzate come percussori; carboni; faune selvatiche, tra cui nel livello gravettiano prevalgono: marmotta, stambecco, camoscio, numerosi resti di *Ursus spelaeus* e alcuni attribuibili a *Ursus arctos*, mustelidi e canidi; nel livello Musteriano a frequentazione neandertaliana abbiamo grandi cervidi (*Megaloceros giganteus*), cervo, alce, capriolo e cinghiale e in minor misura bisonte (*Bison priscus*), caprini e lupo. Da sottolineare la caccia e il consumo dell'orso delle caverne (*Ursus spelaeus*) e la cattura di almeno un'aquila reale per il ricavo di almeno un artiglio per scopi simbolico-ornamentali.

Deposito dei Materiali: Museo della Grotta di Pradis loc. Gerchia (Pordenone).

Bibliografia: Peresani & Gurioli 2007; Peresani et al. 2010, 2012, 2014; Romandini et al. 2014, c.s.; Talamo et al. 2014.

Annotazioni: I livelli superiori risultano rimaneggiati in epoca storica e da recenti scavi non autorizzati; la presenza di muretti a secco al limite esterno del deposito, poggianti su di un cordone di grandi massi di crollo, è indice della continuità di frequentazione della grotta per usi pastorali fino ad epoche recenti.

2760/4990 Risorgiva 1° a W di Ominutz - Grotta dell'Orso

Ominutz, Clauzetto; sviluppo 490 m, quota ingresso 480 m slm, dislivello 61 m.

Geologia e Geomorfologia: La Cavità, situata nei calcari del Cretaceo, si apre a metà di una parete verticale sul lato sinistro della forra del Torrente Cosa, nei pressi della confluenza della forra con il torrente che proviene da Ominutz. L'ingresso è formato da un basso cunicolo che porta ad un sistema di gallerie intercomunicanti.

Tipologia di Indagine: Rinvenimento occasionale.

Descrizione: Resti di *Ursus spelaeus*.

Fig. 18 - Risorgiva di Ominutz: in primo, piano alcuni resti di *Ursus spelaeus* (foto A. D'Andrea).
- *The Risorgiva di Ominutz: in the foreground some remains of* Ursus spelaeus *(photo A. D'Andrea).*

Deposito dei Materiali: Museo della Grotta di Pradis, loc. Gerchia (Pordenone).
Bibliografia: Della Vedova 1996.

4368/7301 Ciuc di Ploc - Creta del Plok
Monte Ciaurlec, Meduno; sviluppo 85 m, quota ingresso 948 m slm, dislivello 21 m.
Geologia e Geomorfologia: La caverna, formatasi nei calcari del Cretaceo superiore, è situata sul fondo di una dolina raggiungibile dalla località Cret Freet proseguendo a Est, lungo una pista forestale e un vecchio sentiero che porta ad una zona con karren. La caverna ha un ampio ingresso, esposto a Nord, che immette, dopo un tratto in discesa, in una sala centrale, raggiungibile anche da altri due ingressi situati al di fuori dalla dolina. Seppur di modeste dimensioni, questa grotta presenta meandri, pozzetti ed alcune salette.
Tipologia di Indagine: Recupero occasionale 1991.
Cronologia: Epoca romana.
Descrizione: Nell'ambito di ricognizioni di superficie è stata rinvenuta una fibula di epoca romana.
Deposito dei Materiali: Museo Archeologico del Friuli Occidentale, Torre di Pordenone.
Bibliografia: Visentini 1991.

s.n. Grotta del Clusantin
Localizzazione: Gerchia di Pradis di Sotto, Clauzetto; quota ingresso 560 m slm.
Geologia e Geomorfologia: Grotta-riparo di piccole dimensioni scavata nei calcari del Cretaceo, a poche centinaia di metri dal Museo della Grotta di Pradis. È situata presso una dolina in località Gerchia.
Tipologia di Indagine: Sondaggi preliminari 2001 e 2002, scavi 2005 (Soprintendenza per i Beni Archeologici del FVG, Università di Ferrara).
Cronologia: Preistoria.
Periodo: Paleolitico superiore.
Ambito culturale: Epigravettiano.

Fig. 19 - La Grotta del Clusantin durante gli scavi (foto Università di Ferrara).
- *The Grotta del Clusantin: excavation works (photo Università di Ferrara).*

Descrizione: Dalle indagini di questo sito monofase provengono: manufatti litici, carboni e resti faunistici. La predominanza assoluta di resti di *Marmota marmota* accanto alla ridotta presenza di ungulati tra cui *Sus scrofa*, *Alces alces*, *Cervus elaphus*, *Capra ibex* e *Rupicapra rupicapra* e carnivori *Canis lupus* e *Mustela* sp. cf. *erminea*, uniti ai risultati dell'analisi dell'industria litica, consentono di identificare nel sito, una stazione di caccia epigravettiana specializzata nella predazione e consumo della marmotta.
Deposito dei Materiali: Museo della Grotta di Pradis, loc. Gerchia (Pordenone).
Bibliografia: Duches & Peresani 2010; Gurioli et al. 2010; Peresani 2006, 2008; Peresani et al. 2008; Romandini et al. 2012.

s.n. Grotticella dal Ruc
Toppo, Tarabanis, Travesio; quota ingresso 308 m slm.
Geologia e Geomorfologia: Piccola cavità naturale raggiungibile seguendo la strada comunale collinare di "Solan", a monte dell'abitato di Toppo. La grotta risulta ostruita da depositi argillosi.
Cronologia: Preistoria.
Tipologia di Indagine: Recupero occasionale (Ippolito Marmai).
Descrizione: È stato segnalato il recupero, in corrispondenza dell'ingresso della cavità, di un manufatto non ritoccato di selce beige.
Deposito dei Materiali: Raccolta Archeologica di Villa Savorgnan, Lestans (Pordenone).
Bibliografia: Anastasia & Dalla Bona 2000; Corai 1970-71.

Manoscritto pervenuto il 22.X.2017 e approvato il 30.XI.2017.

Ringraziamenti

Fondamentale per la redazione di questa nota è stata la collaborazione di Sara Roma e di Federica Zendron sia in ambito generale che, in particolare, per i siti della provincia di Udine e i materiali delle collezioni udinesi (MFSN e CSIF); Marco Peresani ha revisionato e integrato la parte relativa alla pedemontana Pordenonese: a tutti loro va un sentito ringraziamento.
Un ringraziamento per le numerose e utili informazioni, talvolta inedite, va a Giorgio Concina, Luca Dorigo, Alessio Fabbricatore, Alessandra Martina, Giuseppe Muscio, Maurizio Ponton, Paola Visentini e ai soci del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano.

Appendice: Cavità che hanno restituito solo reperti faunistici olocenici

Numerose cavità, tra cui in particolare quelle delle Prealpi sia Giulie che Carniche meridionali, hanno restituito, generalmente a seguito di rinvenimenti occasionali, resti di

faune oloceniche non associati a depositi per cui sia storicamente documentata la presenza di tracce di frequentazione antropica (cfr. Bressan 1987a). La presenza di tali resti può essere ricondotta anche a fattori di tipo naturale, stante la predisposizione degli habitat di grotta a porsi quale luogo ideale per il riparo di animali di varie specie, sia come ricoveri temporanei durante il giorno che nel periodo di letargo.

Tra queste cavità si annoverano per la Provincia di Udine: *12/278 Ta Pot Celan Jama* (Tercimonte, Savogna; sviluppo 250 m, quota ingresso 475 m slm, dislivello 86 m), *20/154 Grotta sotto il Colle - Pod Ronk Jama* (Pod Ronk, San Pietro al Natisone; sviluppo 26 m, quota ingresso 210 m slm, dislivello 3,5 m), *21/55 Ciastita Jama* (Clenia, San Pietro al Natisone; sviluppo 197 m, quota ingresso 170 m slm, dislivello 17 m), *25/244 Voragine del Monte Roba* (Monte Roba, San Pietro al Natisone; sviluppo 4 m, quota ingresso 180 m slm, dislivello 10 m), *30/185 Voragine dietro il Carso* (Azzida, San Pietro al Natisone, sviluppo 13 m, quota ingresso 240 m, dislivello 41 m), *60/253 Grotticella presso la Grotta di Monteprato - Grotticella II sul torrente* (Monteprato, Nimis; sviluppo 15 m, quota ingresso 505 m slm, dislivello 0 m), *390/932 Piccola Voragine di Ossola* (Canal di Grivò, Faedis; sviluppo 9 m, quota ingresso 385 m slm, dislivello 8 m), *1314/2746 Pozzo 1° sulla strada di Chialminis* (Chialminis, Nimis; sviluppo 15 m, quota ingresso 694 m slm, dislivello 11 m), *non ident.* "*Voragine a NW dell'Acquedotto di Attimis*"; per la pedemontana Pordenonese: *3171/5624 Grotta delle Ossa* (Pich di Pradis, Clauzetto; sviluppo 4 m, quota ingresso 589 m slm, dislivello 8 m), *3171/5624 Grotta del Cervo* (Pich di Pradis, Clauzetto; sviluppo 9 m, quota ingresso 565 m slm, dislivello 5 m), *4560/7549 Grotta del Cervo - MC117* (Monte Valinis, Meduno; sviluppo 16 m, quota ingresso 892 m slm, dislivello 10 m).

Le posizioni e i dati di queste cavità non sono presenti in Fig. 2 e Tab. I.

Di seguito vengono quindi elencate in dettaglio solo quella cavità che, per l'elevata frequenza dei reperti faunistici rinvenuti o per specifiche ragioni scientifiche, rappresentano dei contesti di studio significativi e risultano diffusamente citate in letteratura.

55/138 Masariate inferiore

Borgo Poiana, Attimis; sviluppo 30 m, quota ingresso 392 m slm, dislivello 30,5 m.

Geologia e Geomorfologia: La grotta si trova nel bosco Maseriat, sopra borgo Poiana, e si sviluppa, con un andamento prevalentemente verticale in un banco calcarenitico all'interno del Flysch del Grivò (Eocene-Paleocene). È formata da una serie di pozzetti e cunicoli in discesa sovrastati da camini.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie (soci del CSIF).

Descrizione: Una ricca (ma non particolarmente significativa) documentazione faunistica (alcune centinaia di reperti) rinvenuta principalmente negli anni '50 e '60 del secolo scorso.

Deposito dei Materiali: Museo Friulano di Storia Naturale di Udine; Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine.

Bibliografia: Bressan 1987a; De Gasperi 1916.

Annotazioni: Le due cavità (55 e 56 Fr) vengono spesso confuse fra loro e non è possibile determinare con certezza se i reperti faunistici (tra cui *Canis* sp., *Vulpes vulpes*, seguiti da *Ovis* vel *Capra*, *Bos primigenius*, *Capreolus capreolus*, *Equus caballus*, provengono dalla Masariate superiore o inferiore (o da ambedue le cavità che, peraltro, sono molto vicine).

56/136 Masariate superiore

Borgo Poiana, Attimis; sviluppo 8 m, quota ingresso 397 m slm, dislivello 25 m

Geologia e Geomorfologia: La grotta si sviluppa nelle calcareniti dell'Eocene-Paleocene (Flysch del Grivò) e si trova nel bosco Maseriat vicino alla Masariate inferiore, sopra borgo Poiana; è prevalentemente a sviluppo verticale, costituita da un pozzo di forma irregolare con stretti camini e detriti sul fondo.

Annotazioni: Vedi quanto riportato per la 55 Fr.

176/62 Tane da Volp

Canal del Ferro, Faedis; sviluppo 9 m, quota ingresso 305 m slm, dislivello 0 m.

Geologia e Geomorfologia: Piccola caverna che si sviluppa nei calcareniti dell'Eocene-Paleocene (Flysch del Grivò) sulla sponda sinistra del Rio Buttricut. L'ingresso è molto basso e, dopo una breve salita, conduce a una piccola stanzetta che termina in un breve cunicolo.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie 1958 (soci del CSIF).

Descrizione: Numerosi resti (*Lepus timidus*, *Lepus* sp., *Vulpes vulpes* e indeterminati).

Deposito dei Materiali: Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

Bibliografia: Bressan 1987a.

2370/4234 Abisso Klondike

Monte Cavallo, Pontebba; sviluppo 2000 m, quota ingresso 2130 m slm, dislivello 690 m

Geologia e Geomorfologia: La cavità, che fa parte del più esteso sistema del Monte Cavallo di Pontebba, si apre quasi sulla cima del Monte Cavallo (costituita da Calcari del Devoniano), con un primo ingresso in territorio austriaco solamente per pochi metri, mentre il secondo è in territorio italiano, costituito da un'ampia caverna che prosegue in una galleria, lunga una trentina di metri, che si divide in due rami: uno "italiano" costituito da un meandro intervallato a piccoli pozzi che prosegue in altri due rami a 200 m di profondità, ed un ramo "austriaco" posto sulla sinistra, che costituisce il ramo principale e raggiunge il fondo dell'abisso.

Tipologia di Indagine: Raccolta di superficie (soci del Gruppo Triestino Speleologi).

Descrizione: Negli anni 1987 e 1988 vennero rinvenuti, fino alla profondità di circa -130 m, numerosi scheletri, perfettamente conservati, di stambecco (*Capra ibex*). Lo studio dei resti faunistici, condotto in collaborazione con il Museo di Storia Naturale di Trieste, non ha consentito di chiarire le modalità con cui gli animali siano riusciti a raggiungere tali profondità senza mostrare evidenti segni di fratture. La datazione con il ^{14}C effettuata su resti ossei degli animali fa risalire la loro presenza nella cavità a 7900 anni fa. I reperti testimoniano, quindi, la presenza nel nostro territorio dello stambecco anche nel postwürmiano: gli stambecchi oggi presenti nei nostri monti sono stati infatti reintrodotti.

Deposito dei Materiali: Museo Civico di Storia Naturale di Trieste.

Bibliografia: Calligaris 1989.

Nome	N. Fr	N. Reg.	Targ.	Area geografica	Provincia	Comune	Carta CTRN 1:5.000
Velika Jama	13	164	Si	Prealpi Giulie	Udine	Savogna	067032 - Grimacco
Mala Pec	14	279	Si	Prealpi Giulie	Udine	Savogna	067032 - Grimacco
Grotticella di Tanadjamo	38	134	No	Prealpi Giulie	Udine	Pulfero	050143 - Monte Vogu
Grotta di San Giovanni d'Antro	43	4	Si	Prealpi Giulie	Udine	Pulfero	067022 - Pulfero
Foràn di Landri	46	11	Si	Prealpi Giulie	Udine	Torreano	067012 - Pedrosa
Foràn des Aganis	48	122	Si	Prealpi Giulie	Udine	Torreano	067051 - Prestento
Grotta del Canal di Grivò	49	12	Si	Prealpi Giulie	Udine	Faedis	067013 - Faedis
Masariate Inferiore	55	138	Si	Prealpi Giulie	Udine	Faedis	067013 - Faedis
Masariate Superiore	56	136	Si	Prealpi Giulie	Udine	Faedis	067013 - Faedis
Ciòndar des Paganis	57	310	Si	Prealpi Giulie	Udine	Attimis	067013 - Faedis
Caverna del Landri	58	234	Si	Prealpi Giulie	Udine	Attimis	067014 - Forame
Grotta di Torlano - Busa dai Corvazz	62	17	Si	Prealpi Giulie	Udine	Nimis	049164 - Chialminis
Abisso di Viganti - Olobigneza	66	110	No	Prealpi Giulie	Udine	Nimis	049164 - Chialminis
Grotta Doviza - G. vecchia di Villanova	70	13	Si	Prealpi Giulie	Udine	Lusevera	049123 - Vedronza
Grotta presso la Centrale di Timau	89	165	No	Alpi Carniche	Udine	Paluzza	031041 - C. Palgrande sotto
La Ceule	101	19	No	Alpi Carniche	Udine	Enemonzo	031152 - Enemonzo
Tane de Volp	176	62	Si	Prealpi Giulie	Udine	Faedis	067013 - Faedis
Grotta sotto il Nahrad - Furmie	187	301	Si	Prealpi Giulie	Udine	Attimis	050133 - Subit
Tonienova Jama	298	316	Si	Prealpi Giulie	Udine	Pulfero	067021 - Marseu
Suosteriova Jama	300	317	Si	Prealpi Giulie	Udine	Pulfero	067021 - Marseu
La Ciase dei Gans	321	3579	No	Alpi Carniche	Udine	Lauco	031164 - Lauco
Ta pot Figouzo Jama	325	940	No	Prealpi Giulie	Udine	Savogna	067032 - Grimacco
Grotta del Cane - Grotta di Paciuch	328	1113	Si	Prealpi Giulie	Udine	Drenchia	067042 - Paciuch
Grotta di Ieronizza	388	912	Si	Prealpi Giulie	Udine	Savogna	067034 - Stermizza
Grotta di Artegna - Buse di Jasbine	401	2627	Si	Prealpi Giulie	Udine	Montenars	049112 - Flaipano
Jasbine di Costalunga	446	1059	No	Prealpi Giulie	Udine	Faedis	067012 - Pedrosa
Mala Jama	458	1015	Si	Prealpi Giulie	Udine	Savogna	067032 - Grimacco
Risorgiva di Star Cedat	483	1076	Si	Prealpi Giulie	Udine	San Leonardo	067073 - San Leonardo
Cavernetta ad W di Casere Poz Grand	1348	2786	No	Prealpi Carniche	Udine	Forgaria nel Friuli	048161 - Anduins
Riparo di Biarzo	1489	2999	Si	Prealpi Giulie	Udine	San Pietro al Nat.	067061 - San Pietro al Nat.
Grotta di Santa Colomba	1494	3004	Si	Prealpi Giulie	Udine	Osoppo	049092 - Osoppo
Ripari sotto roccia presso il Cret di Martin	1657	3269	No	Prealpi Giulie	Udine	Venzone	049061 - Venzone
Grotta del Monte Brischis - Cladrecis	1739	3351	Si	Prealpi Giulie	Udine	Prepotto	067113 - Bodigoi
Cavernetta presso Ieronizza	1827	3439	No	Prealpi Giulie	Udine	Savogna	067034 - Stermizza
Abisso Klondike	2370	4234	No	Alpi Carniche	Udine	Pontebba	032032 - Creta di Aip
Pozzetto di Borgnano	2196	3916	No	Prealpi Giulie	Gorizia	Cormons	088064 - Borgnano
Tane de Volp di Borgnano (G. di Medea)*	3145	2774	Si	Prealpi Giulie	Gorizia	Cormons	088064 - Borgnano
Grotte Verdi di Pradis	116	8	No	Prealpi Carniche	Pordenone	Clauzetto	048151 - Clauzetto
Landri Scur - G. del Bosco di Lesis	125	127	Si	Prealpi Carniche	Pordenone	Claut	047112 - Lesis - Stoc
Bus de la Lum	153	15	Si	Prealpi Carniche	Pordenone	Caneva	064092 - Piano del Cans.
Grotta della Foos	229	507	No	Prealpi Carniche	Pordenone	Tramonti di Sotto	048102 - Campone
Caverna Mainarda	242	574	Si	Prealpi Carniche	Pordenone	Clauzetto	048151 - Clauzetto
Grotta della Vecchia Diga	327	786	Si	Prealpi Carniche	Pordenone	Barcis	064044 - Molassa
Bus de le Anguane	1666	3278	No	Prealpi Carniche	Pordenone	Maniago	065014 - Monte Jouf
Grotta I nella Forra del Rio Secco**	2090	3810	No	Prealpi Carniche	Pordenone	Castelnuovo del Fr.	048154 - M. Ciaurlec
Risorgiva 1° a W di Ominutz - G. dell'Orso	2760	4990	No	Prealpi Carniche	Pordenone	Clauzetto	048151 - Clauzetto
Ciuc di Ploc - Creta del Plok	4368	7301	Si	Prealpi Carniche	Pordenone	Meduno	048141 - Monte Valinis
Clusantin***	Cl		No	Prealpi Carniche	Pordenone	Clauzetto	048151 - Clauzetto
Grotticella dal Ruc***	Ru		No	Prealpi Carniche	Pordenone	Travesio	048142 - Sottomonte

Tab. I - I dati di localizzazione delle cavità citate. Targ. Indica il posizionamento all'ingresso della cavità della targhetta identificativa con il numero di Catasto Regionale (* già in Catasto con il n. 36bis Fr; **inserita in Catasto anche come Grotta dei Ciclamini, 3168 Fr; ***non ancora inserita in Catasto Grotte, dati indicativi). Da http://www.catastogrotte.fvg.it.

Latitudine Gauss-Boaga	Longitudine Gauss-Boaga	Latitudine WGS84	Longitudine WGS84	Latitudine UTM WGS84	Longitudine UTM WGS84	Quota ingr.
5113568,5	2408114,9	46° 9' 58,6544" (46,16629289)	13° 33' 2,311" (13,55064195)	5113545	388110	382
5113748,5	2408299,9	46° 10' 4,5939" (46,16794274)	13° 33' 10,7823" (13,55299509)	5113725	388295	355
5119518	2400788	46° 13' 6,8781" (46,21857725)	13° 27' 15,3721" (13,45427004)	5119494,6	380783,3	550
5111985	2402095	46° 9' 3,718" (46,15103278)	13° 28' 23,11" (13,47308612)	5111961,7	382090,2	350
5111905,2	2396867,7	46° 8' 57,8109" (46,14939192)	13° 24' 19,5906" (13,40544182)	5111882	376863	485
5111614,2	2396574,7	46° 8' 48,1953" (46,14672093)	13° 24' 6,2097" (13,40172492)	5111591	376570	333
5113930,3	2393538,9	46° 10' 1,2044" (46,16700123)	13° 21' 42,5253" (13,36181257)	5113907,1	373534,2	295
5113908,9	2392110,1	46° 9' 59,5514" (46,16654205)	13° 20' 35,9497" (13,34331935)	5113885,7	372105,5	392
5113881,4	2392137,4	46° 9' 58,6792" (46,16629977)	13° 20' 37,2489" (13,34368025)	5113858,2	372132,8	397
5114051,3	2391985,7	46° 10' 4,0791" (46,16779976)	13° 20' 30,0124" (13,34167011)	5114028,1	371981,1	460
5116488,2	2392131,6	46° 11' 23,1008" (46,18975022)	13° 20' 34,4423" (13,34290064)	5116465	372127	430
5120974,6	2387685,8	46° 13' 45,3372" (46,22926032)	13° 17' 2,6138" (13,28405939)	5120951,4	367681,4	390
5122693	2388175	46° 14' 41,3277" (46,24481326)	13° 17' 23,7125" (13,28992013)	5122669,7	368170,6	534
5123569	2387967	46° 15' 9,5516" (46,25265321)	13° 17' 13,121" (13,28697806)	5123545,7	367962,6	623
5161400	2366235	46° 35' 18,0208" (46,58833911)	12° 59' 33,9165" (12,99275459)	5161376,4	346231,6	970
5142974	2356729	46° 25' 13,398" (46,42038832)	12° 52' 30,7844" (12,8752179)	5142950,9	336725,5	504
5113308,6	2393658	46° 9' 41,1489" (46,16143026)	13° 21' 48,6742" (13,3635206)	5113285,4	373653,3	305
5117741,3	2392714,6	46° 12' 4,0746" (46,20113183)	13° 21' 0,4144" (13,35011512)	5117718,0	372710,0	575
5115912,4	2402089,8	46° 11' 10,916" (46,18636555)	13° 28' 19,3473" (13,47204092)	5115889	382085	320
5115828	2402257	46° 11' 8,2867" (46,18563519)	13° 28' 27,2213" (13,47422814)	5115804,6	382252,2	245
5143412	2361792	46° 25' 31,914" (46,42553166)	12° 56' 27,2838" (12,94091217)	5143388,8	341788,4	820
5114240	2408053	46° 10' 20,3688" (46,17232466)	13° 32' 58,8539" (13,54968163)	5114216,5	388048,1	650
5113667,6	2414345	46° 10' 5,4416" (46,16817821)	13° 37' 52,6642" (13,63129561)	5113644	394340	515
5114628,5	2406981,9	46° 10' 32,3143" (46,17564285)	13° 32' 8,5828" (13,53571745)	5114605	386977	354
5124493,2	2383438,3	46° 15' 36,2613" (46,26007258)	13° 13' 40,7468" (13,22798521)	5124470	363434	505
5113534	2395061	46° 9' 49,379" (46,16371639)	13° 22' 53,8536" (13,38162601)	5113510,8	375056,3	530
5113548,5	2408126,9	46° 9' 58,0137" (46,16611491)	13° 33' 2,8875" (13,55080207)	5113525	388122	366
5107318,3	2406962	46° 6' 35,5326" (46,10987017)	13° 32' 13,9261" (13,53720169)	5107295	386957	300
5123470,02	364391,0	46° 14' 48,3929" (46,2467758)	12° 58' 52,7685" (12,98132459)	5123447,1	344387,0	725
5111296,3	2403085,9	46° 8' 42,0269" (46,14500746)	13° 29' 9,8973" (13,48608257)	5111273	383081	164
5124818,3	2372174	46° 15' 38,305" (46,26064027)	13° 4' 54,5004" (13,08180567)	5124795,3	352169,9	297
5133929	2377449	46° 20' 37,3837" (46,34371769)	13° 8' 50,831" (13,14745305)	5133905,7	357445	450
5102529,6	2404258	46° 3' 58,8" (46,06633333)	13° 30' 12,2" (13,50338889)	5102506,4	384253	216
5114870,0	2407368,0	46° 10' 40,3678" (46,17787995)	13° 32' 26,3789" (13,54066081)	5114846,5	387363,1	400
5157087,0	2384767,0	46° 33' 12,7042" (46,55352895)	13° 14' 8,8598" (13,2357944)	5157063,2	364763,2	2130
5087434	2398630	45° 55' 46,3655" (45,92954598)	13° 26' 4,126" (13,43447944)	5087411,2	378624,8	55
5087436,1	2399051,8	45° 55' 46,7" (45,92963889)	13° 26' 23,7" (13,43991667)	5087413,2	379046,6	40
5123614	2357099	46° 14' 46,9072" (46,2463631)	12° 53' 12,2838" (12,88674551)	5123591,2	337095,1	523
5125966,4	2333407,4	46° 15' 41,1401" (46,26142781)	12° 34' 43,4854" (12,57874594)	5125944	313404	1113
5103759,8	2319666,6	46° 3' 28,3088" (46,05786355)	12° 24' 36,0513" (12,41001425)	5103738	299663	1036
5124578	2351425	46° 15' 13,1387" (46,25364964)	12° 48' 46,2628" (12,81285079)	5124555,3	331421,2	410
5123797	2356876	46° 14' 52,6397" (46,24795548)	12° 53' 1,6493" (12,88379146)	5123774	336872	530
5117502,3	2334677,2	46° 11' 8,4" (46,18566667)	12° 35' 54,7" (12,59852778)	5117480	314673,6	483
5117288	2342975	46° 11' 9,4043" (46,18594565)	12° 42' 21,7466" (12,70604071)	5117266	322971,3	340
5123535	2355888	46° 14' 43,3011" (46,24536142)	12° 52' 15,8691" (12,87107474)	5123512,2	335884,2	580
5123003	2356851	46° 14' 26,9107" (46,24080852)	12° 53' 1,4709" (12,88374193)	5122980	336847	480
5122781	2352680	46° 14' 16,0752" (46,23779866)	12° 49' 47,1301" (12,82975836)	5122758	332676	948
nd	nd	nd	nd	5123650	337220	520
nd	nd	nd	nd	5191150	332670	308

- The localization of the mentioned caves. Targ. indicates the presence of the identification plate with the number of Regional Register at the entrance of the cave (already in Catasto with the No. 36bis Fr; ** also inserted in Catasto also as Grotta dei ciclamini, 3168 Fr; *** not yet inserted in Cave Caves, indicative data). Data from http://www.catastogrotte.fvg.it.*

Bibliografia

- 1903. Relazione al XXII Convegno della Società Alpina Friulana. *In Alto*, 14: 45-53.

- 1958. Ossa di mammiferi di un'epoca remota (Mala Pec). *Sot la Nape*, 10 (1): 43.

Alfonsi, A. 1912. Nuovi scavi nella stazione neolitica della grotta Velika Jama nel comune di Savogna (Udine). *Bull. Paletn. It*. 38 (5/8): 61-6.

Anastasia, D., & P. Dalla Bona, cur. 2000. *Archeologia e storia nella pedemontana fra Meduna e Tagliamento*. Gruppo Archeo 2000, Associazione Lis Aganis - Ecomuseo regionale delle Dolomiti Friulane. Pagine dell'Ecomuseo 7.

Bartolomei, G., M. Tonon M. & D. Gaspardo. 1997. Le Grotte Verdi di Pradis. In *Insediamenti preistorici del Friuli occidentale*, cur. D. Gaspardo, 93-104. Pordenone: Società Naturalisti "Silvia Zenari", GEAP.

Bertolini, M., F. Gurioli, M. Romandini & B. Sala. 2012. Nuove considerazioni paleontologiche e archeozoologiche sui resti faunistici del livello epigravettiano del Riparo di Biarzo (Ud). In *Atti VI Convegno Nazionale di Archeozoologia* (S. Romano in Garfagnana, Lucca, maggio 2009), cur. J. De Grossi Mazzorin, D. Saccà & C. Tozzi, 33-40. Pisa.

Bertolini, M., E. Cristiani, M. Modolo, P. Visentini & M. Romandini. 2016. Late Epigravettian and Mesolithic foragers of the Eastern Alpine region: animal exploitation, and ornamental strategies at Riparo Biarzo (Northern Italy). *Quaternary international* 423: 73-91.

Bianchetti, A. 1977. Note sui primi insediamenti nella Valle del Natisone. *Studi Storici e Geografici* 1: 7-76.

Binutti, R. 1995. Atimis e la preistorie. Tra fantasie archeologje e paleontologje. *Sot la Nape* 47 (3): 37-46.

Bon, M., G. Piccoli & B. Sala. 1991. I giacimenti quaternari di vertebrati fossili nell'Italia nord-orientale. *Mem. Sc. Geologiche* 43: 185-231.

Boscarol, C., M. Mlinar, E. Montagnari Kokelj & B. Žbona Trkman. 2007. Dal Paleolitico all'età del bronzo nelle Valli del Natisone e dell'Isonzo. In *Le Valli del Natisone e dell'Isonzo tra Centroeuropa e Adriatico, Atti del Convegno Internazionale di Studi (S. Pietro al Natisone, Udine, settembre 2006)*, cur. M. Chiabà, P. Maggi & C. Magrini, 27-42. Roma: Quasar ed., Studi e Ricerche sulla Gallia Cisalpina 20.

Bosio, L. 1981. Maniago e il suo territorio in erà antica. In *Maniago Pieve Feudo Comune*, cur. G.C. Mor, 21-32. Maniago: Comitato per il Millenario.

Bressan, F. 1982. Il Ciòndar des Paganis (Faedis, Udine). *Preistoria Alpina* 18: 111-20.

Bressan, F. 1986. I materiali preistorici della Velika Jama (Valli del Natisone, Udine). *Gortania, Atti Museo Friul. St. Nat*. 7: 113-36.

Bressan, F. 1987a. *Catalogo dei reperti ossei della Sezione Paletnologica-Antropologica del Museo Friulano di Storia Naturale*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 32.

Bressan, F. 1987b. La preistoria nelle cavità del Friuli Orientale. In *Grotte ed Abissi del Friuli*, 33-46. Udine: Provincia di Udine.

Bressan, F. 1988. *Catalogo dei fittili preistorici del Museo Friulano di Storia Naturale*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 33.

Bressan, F. 1989. Le Valli del Natisone e la Kovaceva Jama di Robic. *Arheoloski Vestnik* 39-40: 519-28.

Bressan, F. 1997. Insediamenti preistorici nelle grotte delle Valli del Natisone. In *Il fenomeno carsico delle Valli del Natisone (Prealpi Giulie, Friuli)*, cur. G. Muscio, 15-29. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. 2, 9.

Bressan, F., & A. Guerreschi. 1984. Il Mesolitico in Friuli: il Riparo di Biarzo. In *Atti Tav. Rot. Il Popolamento delle Alpi in età Mesolitica (Trento luglio 1983)*, 175-8. Preistoria Alpina, 19.

Bressan, F., & A. Guerreschi. 1987. I livelli neolitici del Riparo di Biarzo presso San Pietro al Natisone (UD).In *Il Neolitico in Italia, Firenze novembre 1985,* 413-5. Atti Riun. Sc. Ist. Ital. Preist. e Protost. 26.

Bressan, F., M. Cremaschi & A. Guerreschi. 1983. Nuovi dati sulla preistoria in Friuli: il Riparo di Biarzo (scavi 1982), San Pietro al Natisone. *Gortania, Atti Museo Friul. St. Nat*. 4: 65-86.

Brozzi, M. 1966a. Spunti archeologici. In *La Grotta di S. Giovanni d'Antro*, cur. Parrocchia di Antro, 41-53. Udine.

Brozzi, M. 1966b. La grotta preistorica di San Giovanni d'Antro. *Il Friuli* 10 (5): 19-21.

Brozzi, M. 1982. La valle del Natisone e le convalli. *Mem. Storiche Forogiuliesi* 61: 51-67.

Calligaris, R. 1989. Gli stambecchi dell'Abisso Klondike: primi risultati degli studi. *Bollettino del Gruppo Triestino Spel.* 9: 15-20.

Caracci, P.C. 1964. Il complesso dello Star Cedat, nuova stazione preistorica Friulana? *Sot la Nape* 16 (2): 15-7.

Caracci, P.C. 1965. Contributo allo studio dell'insediamento umano nelle grotte Friulane. *Atti del IX Congr. Naz. di Spel., Trieste settembre-ottobre 1963*, 205. Mem. Rass. Spel. It. 7 (2).

Caracci, P.C. 1966. Graffiti su roccia nelle valli del Natisone. *Mondo Sott*. n.u. 1965: 21-6.

Caracci, P.C. 1971. Ancora sull'ipogeo celtico di Cividale. *Mondo Sott*. n.u. 1970: 28-37.

Caracci, P.C., & B. Chiappa. 1959. Ulteriori contributi allo studio dell'insediamento umano nelle grotte friulane. Nota I. Il Ciòndar de Paganis (o Spilugne di Landri). *Sot la Nape* 11 (4): 38-45.

Caracci, P.C., & F. Moro. 1960. Ulteriori contributi allo studio dell'insediamento umano nelle grotte friulane. Nota seconda. Il Foràn di Landri. *Sot la Nape* 12 (1): 42-5.

Cardarelli, A. 1983. Castellieri nel Carso e nell'Istria: cronologia degli insediamenti fra media età del bronzo e prima età del ferro. In *Preistoria del Caput Adriae, Catalogo della Mostra (Trieste, 1983)*, 87-112. Udine: Istituto per l'Enciclopedia del Friuli Venezia Giulia.

Carulli, G.B. 2008. *Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia (scala1:150.000)*. Firenze: Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Servizio Geologico, Università degli Studi Trieste e SELCA.

Cassola Guida, P., S. Corazza, S. Roma & P. Visentini. 2014. Per una bibliografia della Preistoria e Protostoria del Friuli Venezia Giulia. *Gortania. Geologia, Paleontologia, Paletnologia* 35: 31-134.

Chiappa, B. 1994. San Giovanni d'Antro. In *Pulfero. Ambiente - storia - cultura*, 73-80. Ed. Comune di Pulfero.

Chiappa, B., & R. Moro. 1958. *Relazione della escursione alla grotta "Suosteriova Jama" dei giorni 20-23 novembre 1958*. Udine: Relazione inedita, archivio CSIF.

Chiaradia, G. 1970. Primi appunti per una preistoria del pordenonese dal Neolitico all'inizio dell'età del Ferro. In *Pordenon, 47° Congr. della Soc. Filologica Friulana*, 22-9. Udine: Tip. Doretti.

Corai, P. 1970-1971. *Carta Archeologica*. Tesi di Laurea inedita.

Corai, P. 1980. Le più antiche culture preistoriche della 'Ladinia' (Paleolitico e Mesolitico). *Ladinia - Sfoi Cultural Dai Ladins Dles Dolomites* 4: 183-218.

Corazza, S., G. Simeoni & F. Zendron. 2006. *Tracce archeologiche di antiche genti. La protostoria in Friuli*. Montereale Valcellina (Pordenone). Tracce archeologiche 1.

Cossettini, I., & R. Romanin. 2015. Subit, Monte Nagrad, Furmie. In *Sopra le Grotte*, cur. G. Muscio & A. Mocchiutti, 121-4. Udine: Provincia di Udine, Circolo Speleologico e Idrologico Friulano.

Dalla Vecchia, F.M. 2008. *Vertebrati fossili del Friuli. 450 milioni di anni di evoluzione*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 50.

D'Andrea, A. 1992. Le esplorazioni nella Grotta Foràn di Landri (1988-1991). *Mondo Sott.*, n.s. 16: 29-38.

Dal Piaz, G.B. 1928. I mammiferi fossili e viventi delle Tre Venezie. Parte sistematica n. 3. Carnivora. *Studi Trent. Sc. Nat*. 9 (1): 16-33.

De Gasperi, G.B. 1909. Cret dal Landri. *Mondo Sott.* 5 (3-5): 94-5.

De Gasperi, G.B. 1910. Il Foràn di Landri presso Prestento. *Mondo Sott.* 6 (3/4): 59-70.

De Gasperi, G.B. 1912a. Resti di mammiferi rinvenuti nella grotta di Viganti (Friuli). *Mondo Sott*. 8 (4): 81-92.

De Gasperi, G.B. 1912b. Un nuovo reperto del *Gulo luscus* Linn. (Nills.) in Italia. *Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia*, 42 (1): 125-35.

De Gasperi, G.B. 1916. Grotte e voragini del Friuli. *Mem. Geografche di G. Dainelli* 30: 1-220, *Mondo Sott.* 11 (1-6): 1-220.

Del Fabbro, A. 1972. Ulteriore contributo alla conoscenza dell'insediamento umano nelle grotte friulane: i nuovi scavi al Ciòndar des Paganis. *Mondo Sott*. n.u. 1971: 23-36.

Del Fabbro, A. 1975a. Insediamenti preistorici nel Friuli Orientale. *Atti del I Conv. di Spel. del Friuli Venezia Giulia, Trieste dicembre 1973*: 30.

Del Fabbro, A. 1975b. *Insediamenti preistorici nelle cavità carsiche del Friuli Orientale*. Udine: Ed. Soc. Filol. Friul., Serie Preistorica 3.

Del Fabbro, A. 1977. La datazione con Carbonio 14 e le sue applicazioni nello studio dei sedimenti cavernicoli del Quaternario Friulano. In *Atti del II Conv. di Spel. del Friuli-Venezia Giulia, Udine marzo 1975*: 70-7.

Del Fabbro, A., & P. Rapuzzi. 1972. Primi risultati delle ricerche sugli insediamenti preistorici nella Val Natisone. In *Val Natisone, 49° Congr. della Soc. Filol. Friul., San Pietro al Natisone settembre 1972*: 14-9.

Della Vedova, B. 1996. *Grotta Giordani e Grotta dell'Orso*. Gruppo Speleologico Pradis.

Desio, A. 1920. La grotta di Paciuch (stazione neolitica delle Prealpi Giulie). *Mondo Sott.* 15-16: 25-30.

Duches, R., & M. Peresani. 2010. Squilibri, frazionamenti e non-conformità: discussione attorno alla struttura degli insiemi litici e interpretazione di un caso-studio epigravettiano. *Origini* n.s., 32 (IV): 53-78.

Fabbricatore, A. 1981. Reperti paleontologici sul monte di Medea. *Il Carso* 1981.

Fabiani, R. 1912. Nuovi resti di vertebrati scoperti nella Velika Jama in Friuli. *Mondo Sott*. 8 (1): 1-6 e 8 (2): 32-7.

Fabiani, R. 1919. I mammiferi quaternari della regione veneta. *Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova* 5: 1-174.

Feruglio, E. 1916. ll Ciòndar des Paganis, stazione neolitica presso Faedis. *Mondo Sott*. 12 (1/3): 37-48.

Feruglio, E. 1920. Avanzi dell'industria umana nel "Foràn di Landri", sopra Prestento. Mondo Sott. 15-16: 64.

Feruglio, E. 1921. Il Foràn di Landri, nuova stazione preistorica in Friuli. *Mondo Sott*. 17 (1-4): 1-32.

Fontana, A. 2006. *Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 47.

Furlani, U. 1979. Stazioni all'aperto ed in grotta delle età del Bronzo e del Ferro nell'Isontino. *Atti del Conv. Le età del Bronzo e del Ferro nell'Isontino, Gorizia giugno 1977*: 13-21.

Furlani, U., & P. Montina. 1986. Tracce medioevali nella Fr 62 - Grotta di Torlano sui monti Bernadia sopra Nimis. *Helice, Boll. dell'Associazione Friulana Ricerche* 1 (1): 9-23.

Furlani, U., & M. Tavagnutti. 1978. La grotta del monte Brischis nella valle dello Judrio. I rinvenimenti archeologici. *Atti del III Conv. di Spel. del Friuli-Venezia Giulia, Gorizia novembre 1977*: 166-79.

Gortani, M. 1908. Avanzi di Mammiferi rinvenuti in alcune grotte friulane. *Mondo Sott.* 5 (1/2): 1-17.

Guerreschi, A., cur. 1996. *Il Sito Preistorico del Riparo di Biarzo (Valle del Natisone)*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale, 39.

Guidi, P. 1997. *Bibliografia Speleologica del Friuli*. Udine: Provincia di Udine, Circolo Speleologico e Idrologico Friulano.

Gurioli, F. 2004. I manufatti in osso provenienti dai livelli dell'Epigravettiano recente delle Grotte Verdi di Pradis (Prealpi Friulane, PN). *Bollettino della Società Naturalisti "Silvia Zenari"* 28: 39-48.

Gurioli, F., M. Peresani, M. Romandini & B. Sala. 2010. Predazione e sfruttamento di *Marmota marmota* nel sito epigravettiano di Grotta del Clusantin (Altopiano di Pradis, Prealpi Carniche). In *Atti del V Congresso Nazionale di Archeozoologia, Museo Civico di Rovereto*, cur. A. Tagliacozzo, I. Fiore, S. Marconi & U. Tecchiati, 55-62. Rovereto (Tn): ed. Osiride.

Gurioli, F., Bartolomei, G., Nannini, N., Peresani, M. & M. Romandini. 2011. Deux clavicules de marmotte épigravettiennes incisées provenant des grottes Verdi de Pradis (Alpes italiennes). *Paléo* 22: 311-8.

Hugues, C. 1910. Esplorazione scientifica di Medea nel 1781. *Alpi Giulie* 15 (5-6): 109-10.

Lazzarini, A. 1900. Gli avanzi preromani di Lauco. *Pagine Friulane* 13 (4): 69-72.

Leben, F. 1967. Stratigrafija in časovna uvrstitev jamskih najdb na Tržaškem Krasu. *Arheološki vestnik* 18: 43-110.

Leicht, M. 1911. La Gastaldia di Antro. *Mem. Storiche Forogiuliesi* 7 (2-3): 49-107.

Lemorini, C., & P. Rossetti. 2001. Il sito paleolitico di Bus de La Lum (Altopiano del Cansiglio): interpretazione funzionale dell'industria litica (campagne di scavo '97-

’98) per mezzo dell’analisi delle tracce d’uso. *Bollettino della Società Naturalisti “Silvia Zenari”* 24: 59-65.

Leonardi, P. 1934. Resti di Marmotta nella grotta Mala Pec nei dintorni di Cividale. *Atti Acc. Scient. Ven. -Trent.-Istr*. 24: 48-54.

Maddaleni, P. 2004. Le grotte delle Alpi Carniche fra storia e leggende. In *Il Fenomeno carsico delle Alpi Carniche*, cur. G. Muscio, 19-27. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine. Memorie dell’Istituto Italiano di Speleologia s. 2, 15.

Maddaleni, P. 2009. Il Riparo di Biarzo. In *Andar per grotte. Meraviglie sotto il Friuli*, cur. G. Muscio & A. Mocchiutti, 140-3. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine.

Maddaleni, P. 2010. La tutela delle grotte d’interesse archeologico e paleontologico nella Regione Friuli Venezia Giulia. *Notiziario della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia* 3: 259-61.

Maddaleni, P., & P. Visentini P. 2009a. Ciòndar des Paganis. In *Andar per grotte. Meraviglie sotto il Friuli*, cur. G. Muscio & A. Mocchiutti, 148-51. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine.

Maddaleni, P., & P. Visentini P. 2009b. Foràn di Ladri e des Aganis. In *Andar per grotte. Meraviglie sotto il Friuli*, cur. G. Muscio & A. Mocchiutti, 128-33. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine.

Marinelli, G. 1877. Una visita alle sorgenti del Livenza e al Bosco del Cansiglio e un’ascesa al Cimon della Palantina (Monte Cavallo). *Bollettino CAI* 11 (29): 14-76.

Menis, G.C. 1969. *Storia del Friuli*. Udine: Società Filologica Friulana.

Miotti, T. 1977. *Castelli del Friuli. Vol. I*: *Carnia, feudo di Moggio e Capitanati settentrionali* (capitolo sulla preistoria: 10-4). Udine: ed. Del Bianco.

Miotti, T. 1981. *Castelli del Friuli. Vol. III*: *Le Giurisdizioni del Friuli Orientale e la Contea di Gorizia* (San Giovanni d’Antro: 48-53). Udine: ed. Del Bianco.

Mocchiutti, A. 2009. Grotta Star Cedat. In *Andar per grotte. Meraviglie sotto il Friuli*, cur. G. Muscio & A. Mocchiutti, 152-7. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine.

Montagnari, E. 1981. Nota su recenti scavi in una cavità rupestre del Friuli Orientale. *Atti dei Musei Civici di Storia ed Arte di Trieste* 12 (1): 161-4.

Montagnari Kokelj, E. 1983. Indagine preliminare sul territorio circostante la Grotta di Cladrecis (Prepotto, Udine). *Atti Incontro di Studio “Problemi storici e archeologici dell’Italia nordorientale” (Trieste, ottobre 1982)*, 125-30. Atti dei Musei Civici di Storia ed Arte di Trieste, Quaderno 13 (1).

Montagnari Kokelj, E. 2002. La valle dello Judrio nel contesto attuale della ricerca preistorica nel Friuli-Venezia Giulia orientale. In *La valle dello Judrio. Progetto di ricerca speleologica Judrio 2000,* 143-54. Gorizia: Centro Ricerche Carsiche “Carlo Seppenhofer”.

Montagnari Kokelj, E., & F. Cucchi. 2001. Progetto C.R.I.G.A. (Catasto Ragionato Informatico delle Grotte Archeologiche). *Aquileia Nostra* 72: 700-3.

Montagnari Kokelj, E., F. Cucchi, P. Guidi, C. Arias & G. Boschian. 1999. “Progetto Grotte”: un approccio interdisciplinare. In *Atti dell’VIII Conv. Reg. di Spel. del Friuli-Venezia Giulia (Ronchi dei Legionari - Gorizia, giugno 1999)*: 229-32.

Montagnari Kokelj, M., Bernardini, F., Boscarol, C., & A. Velušček, A. 2013. Le Karst et les Alpes d’Italie nord-orientale: éléments pour une reconstruction de l’évolution culturelle au cours de la préhistoire récente. In *Les hommes préhistoriques et les Alpes*, cur. M.A. Borello, 147-161. BAR Int. Series 2476.

Montina, P. 1981. Gans, Pagans, e tumblis a Lauco e dintorni. *Boll. dell’Ass. Friulana Ricerche* 4: 77-87 [anche su *Sot La Nape* 33 (1): 10-17].

Montina, P. 1986. Tracce medioevali nella grotta di Torlano (Fr 62) sui monti Bernadia sopra Nimis. *Atti del VII Conv. Reg. di Speleologia del Friuli-Venezia Giulia, Gorizia novembre 1985*: 53-61 [anche su *Helice, Boll. dell’Ass. Friulana Ricerche* 1 (1): 9-23].

Montina, P. 1996. Folclore ipogeo sui monti Bernadia sopra Tarcento. In *Il Fenomeno carsico del Massiccio dei Monti La Bernadia (Prealpi Giulie - Friuli)*, cur. G. Muscio, 21-30. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine, Memorie dell’Istituto Italiano di Speleologia s. 2, 8.

Montina, P., & V. Zoz. 1978. Fenomeni paracarsici nei conglomerati dei Colli di Osoppo e S. Rocco. *Boll. dell’Ass. Friulana Ricerche* 2: 16-39.

Montina, P., & V. Zoz. 1980. Lis foranis di Portis e la Buse di Martin. *Sot La Nape* 31 (2-3): 51-8.

Moro, R. 1960. Ulteriori contributi allo studio dell’insediamento umano nelle grotte friulane. Nota terza: la Suosteriova Jama. *Sot la Nape* 12 (2): 44-6.

Musoni, F. 1904. La Velika Jama (1° parte). *Mondo Sott*. 1 (3): 49-52.

Musoni, F. 1905. La Velika Jama (2° parte). *Mondo Sott*. 1 (5): 89-99.

Peresani, M. 2001. L’Altopiano del Cansiglio e le Prealpi Carniche: metodi, risultati e prospettive delle ricerche sul popolamento antropico nel Paleolitico superiore e nel Mesolitico. In *Archeologia e risorse storico-ambientali nella Pedemontana e nelle Valli del Friuli occidentale. Atti del Convegno (Meduno, ottobre 2000)*, 19-26. Sequals (Pordenone): Montagna Leader, Soprintendenza per i Beni Archeologici, Architettonici e per il Paesaggio, per il Patrimonio Storico Artistico e Demoetnoantropologico del Friuli Venezia Giulia, Circolo Culturale Menocchio.

Peresani, M. 2006. Grotta del Clusantin (Clauzetto, Provincia di Pordenone). *Rivista di Scienze Preistoriche* 56: 609.

Peresani, M., cur. 2008. *Marmotte e cacciatori del Paleolitico a Pradis*. Pordenone: ed. Comune di Clauzetto, Pagine dell’Ecomuseo.

Peresani, M. 2009. Le frequentazioni del Cansiglio nel quadro del popolamento preistorico delle Alpi Italiane Orientali. In *Le foreste dei cacciatori paleolitici. Ambiente e popolamento umano in Cansiglio tra Tardoglaciale e Postglaciale. Atti del convegno (Tambre d’Alpago, giugno 2008)*, cur. M. Peresani & C. Ravazzi, 121-44. Pordenone: Società Naturalisti “Silvia Zenari”.

Peresani, M., & F. Gurioli. 2007. The Rio Secco Cave, a new final Middle Palaeolithic site in North-eastern Italy. *Eurasian Prehistory* 5: 85-94.

Peresani, M., S. Bertola, M. De Stefani & G. Di Anastasio. 2001. Bus de la Lum and the Epigravettian occupation of the Venetian Pre-Alps during the Younger Dryas. *Rivista di Scienze Preistoriche* 50: 103-32.

Peresani, M., O. De Curtis, R. Duches, F. Gurioli, M. Romandini & B. Sala., 2008. Grotta del Clusantin, un

sito inusuale nel sistema insediativo epigravettiano delle Alpi italiane. In *Il Tardiglaciale in Italia. Lavori in corso*, cur. M. Mussi, 67-79. Oxford (UK): Archaeopress, BAR. British Archaeological Reports. International series 1859.

Peresani, M., Gurioli F. & M. Romandini. 2010. La fine del Paleolitico medio nel Friuli occidentale. Le evidenze emerse da un sondaggio archeologico nella Grotta del Rio Secco, Altopiano di Pradis. *Bollettino della Società Naturalisti "Silvia Zenari"* 33: 77-93.

Peresani, M., A. Pastoors, M. Vaquero, M. Romandini, R. Duches, C. Jéquier, N. Nannini, A. Picin, I. Schmidt & G.-C. Weniger. 2012. The Rio Secco Cave and the North Adriatic region, a key context for investigating the Neanderthal demise. *Antiquity, Project Gallery* 86: 332.

Peresani, M., M. Romandini, R. Duches, C. Jéquier, N. Nannini, A. Pastoors, A. Picin, I.Schmidt, M. Vaquero & G.-Ch. Weniger. 2014. New evidence for the Mousterian and Gravettian at Rio Secco Cave, Italy. *Journal of Field Archaeology* 39 (4): 401-16.

Pessina, A. 2004. La Preistoria nel Friuli orientale. *Forum Iulii. Annuario del Museo Nazionale di Cividale del Friuli* 27: 207-16.

Pessina, A., & Carbonetto G., 1998. *Il Friuli prima del Friuli. Preistoria friulana*: *uomini e siti*. Gorizia: ed. Vittorelli.

Pettarin, S. 1999. Età del ferro e periodo La Tène. In *Cividât. 76° Congresso della Società Filologica Friulana (Cividale del Friuli, settembre 1999),* cur. C. Costantini, C. Mattaloni & M. Pascolini, 22-5. Udine: Società Filologica Friulana.

Piacentini, G. 1913a. Vita del Circolo: alla Grotta Ta pot Figouzo. *Mondo Sott*. 9 (2): 45.

Piacentini, G. 1913b. Scavi nella Grotta Ta Pot Figouzo. *Mondo Sott*. 9 (3): 69-71.

Piacentini, G. 1914. Primo scavo eseguito nella Grotta del Fornat in Canal di Grivò. *Mondo Sott*. 9 (4/5): 96-7.

Pigorini, L. 1905. Grotta-stazione neolitica nel comune di Savogna (Udine). *Bull. Paletn. It., Not.* 31: 142.

Ponton, M. 1978. Cenni sulle ricerche ultimamente svolte in campo paletnologico e paleontologico in alcune grotte del Friuli Orientale. *Atti del III Conv. Reg. di Spel. del Friuli-Venezia Giulia, Gorizia novembre 1977*: 323-7.

Ponton, M. 2005. Geologia dell'area di Paciuch e note storiche sulla grotta omonima (Valli del Natisone, Friuli Venezia Giulia). *Mondo Sott*. n.s., 28: 23-30.

Quarina, L. 1952. San Giovanni d'Antro. *Sot la Nape* 4 (3-4): 20-2.

Ravazzi, C., M. Peresani, R. Pini & E. Vescovi E., 2007. Il Tardoglaciale nelle Alpi e in Pianura Padana. Evoluzione stratigrafica, storia della vegetazione e del popolamento antropico. *Il Quaternario* 20 (2): 163-84.

Riedel, A. 1984. La fauna preistorica di Cladrecis. *Atti dei Civici Musei di Storia ed Arte di Trieste* 14: 101-26.

Rizzi, A. 1959. Due nuovi manufatti litici al Museo di Udine. *Sot la Nape* 11 (3): 37-8.

Romandini, M., & M. Bertolini. 2011. Epigravettian processes and economic strategies in north-eastern Italy: the case of the Biarzo shelter (UD). *Gortania. Geologia, Paleontologia, Paletnologia* 32: 87-98.

Romandini, M., M. Peresani, F. Gurioli, & B. Sala. 2012. *Marmota marmota*, the most predated species at Grotta del Clusantin. Insights from an unusual case-study in the Italian Alps. In *Hominin subsistence in the Old World during the Pleistocene and early Holocene*, cur. L. Kindler & S. Gaudzinski-Windheuser, 184-94. Quaternary International 252.

Romandini, M., Peresani, M., Laroulandie, V., Metz L, Pastoors. A., Vaquero, M., & L. Slimak. 2014. Convergent Evidence of Eagle Talons Used by Late Neanderthals in Europe: A Further Assessment on Symbolism. *PLos One* 9 (7): e101278. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101278.

Romandini, M., Terlato, G., Nannini, N., Tagliacozzo, A., & M. Peresani. c.s. Bears and Humans, a Neanderthal tale. Reconstructing uncommon behaviors from zooarchaeological evidence in Southern Europe.

Rupel, L. 2000. Vecchi e nuovi ritrovamenti archeologici nelle valli del Natisone. In *Valli del Natisone. Ambiente, Cultura materiale, Arte, Tradizioni popolari, Lingua, Storia*, cur. P. Petricig, 247-61. Pulfero; Ed. Cooperativa Lipa.

Rupel, L. 2005. Contributi alla carta archeologica delle Valli del Natisone. I. *Forum Iulii. Annuario del Museo Nazionale di Cividale del Friuli* 28: 55-78.

Rupel, L. 2006. Contributi alla carta archeologica delle Valli del Natisone. II. *Forum Iulii. Annuario del Museo Nazionale di Cividale del Friuli* 29: 37-116.

Stacul, G., & E. Montagnari Kokelj. 1983. La grotta di Cladrecis nei Colli Orientali del Friuli: scavi 1981-1982. In *Atti Incontro di Studio "Problemi storici e archeologici dell'Italia nordorientale" (Trieste, ottobre 1982)*, 23-43. Atti dei Musei Civici di Storia ed Arte di Trieste, Quaderno 13 (1).

Talamo, S., M. Peresani, M. Romandini, R. Duches, C. Jéquier, N. Nannini, A. Pastoors, A. Picin, M. Vaquero, G.-C. Weniger & J.J. Hublin. 2014. Detecting human presence at the border of the northeastern Italian Pre-Alps. ^{14}C dating at Rio Secco Cave as expression of the first Gravettian and the late Mousterian in the northern Adriatic region. *PLos One* 9 (4): e95376. doi: 10.1371/journal.pone.0095376.

Taramelli, T. 1874. Di alcuni oggetti dell'epoca neolitica rinvenuti in Friuli. *Annali Scientifici del R. Ist. Tecn. Zanon di Udine* 7: 41-80.

Tarenghi, L. 2008. *Ursula, l'orsa del Colle di Medea*. Mariano del Friuli: edizioni della Laguna.

Tasca, G. 1999. Età del bronzo. In *Cividât. 76° Congresso della Società Filologica Friulana (Cividale del Friuli, settembre 1999)*, cur. C. Costantini, C. Mattaloni & M. Pascolini, 15-22. Udine: Società Filologica Friulana.

Tavagnutti, M. 1980. La grotta preistorica del Monte Brischis. Alta Valle dello Judrio. *Atti del I Conv. Triveneto di Spel., Treviso dicembre 1980*: 75-82.

Tellini, A. 1899a. Peregrinazioni speleologiche nel Friuli. *In Alto* 10 (1): 6-12.

Tellini, A. 1899b. Peregrinazioni speleologiche nel Friuli. *In Alto* 10 (2): 18-24.

Tonon, M. 1992. *Mammut 1989* (catalogo della mostra realizzata dal Museo Civico di Scienze Naturali di Pordenone). Pordenone: ed. Museo Civico di Scienze Naturali.

Vai, S., S. Torres Vilaça, M. Romandini, A. Benazzo, P. Visentini, M. Modolo, M. Bertolini, P. MacQueen, J. Austin, A. Cooper, D. Caramelli, M. Lari & G. Bertorelle. 2015. The Biarzo case in northern Italy: is the temporal dynamic of swine mitochondrial DNA lineages

in Europe related to domestication? *Scientific Reports* 5, 16514 (2015). doi:10.1038/srep16514.

Villa, L. 1995. *Osoppo: storia, arte, archeologia*. Ed. Comune di Osoppo.

Visentini, P. 1991. Notizia del rinvenimento di una fibula romana in Creta del Plok, sul Monte Ciaurlec (Travesio). *Esplorare* 2: 22-3.

Visentini, P., & P. Maddaleni. 2008. La preistoria recente delle grotte delle Prealpi Giulie. In *Il fenomeno carsico delle Prealpi Giulie Settentrionali*, cur. G. Muscio, 91-5. Udine: Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Provincia di Udine. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. 2, 20.

Ziggiotti, S. 2008. Il Riparo di Biarzo (S. Pietro al Natisone, Udine). Contributo alla ricostruzione della funzione dell'insediamento attraverso lo studio delle tracce d'uso. *Gortania. Atti Mus. Friul. St. Nat.* 29: 51-70.

Zucchini, R. 1998. *Miniere e mineralizzazioni nella Provincia di Udine. Aspetti storici e mineralogici.* Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 40.

Sitografia

http://www.archeocartafvg.it
http://catastogrottefvg.it/
http://progetti.divulgando.eu/criga/

Indirizzo dell'Autore - Author's address:
- Paolo Maddaleni
  Circolo Speleologico e Idrologico Friulano
  via Diaz 58, I-33100 UDINE
  e-mail: am331sr@yahoo.it

Indice - Contents

Contents

ISSN 2038-0410